

# **TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**

## **FAKULTA TEXTILNÍ**

Studijní program: B3107 Textil

Studijní obor: Technologie a řízení oděvní výroby

### **Zjišťování fyziologických vlastností u textilních materiálů pro funkční prádlo**

### **The Detection of Physiological Characteristics in Textile Materials for Functional Clothes**

Vladimíra Pechová

KOD - 263

**Vedoucí bakalářské práce:** Ing. Renáta Nemčoková

**Rozsah práce:**

Počet stran textu... 51

Počet obrázků..... 16

Počet tabulek..... 8

Počet grafů ..... 8

Počet stran příloh ...20

Zadání bakalářské práce

(vložit originál)

## Prohlášení

Prohlašuji, že předložená *diplomová (bakalářská)* práce je původní a zpracoval/a jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušil/a autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním *diplomové (bakalářské)* práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byl/a jsem seznámen/a s tím, že na mou diplomovou (*bakalářskou*) práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé diplomové (*bakalářské*) práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé diplomové (*bakalářské*) práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom toho, že užít své diplomové (*bakalářské*) práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci dne 12. 5. 2008

.....  
Podpis

## **Poděkování**

Touto cestou bych ráda poděkovala Ing. Renátě Nemčokové za cenné rady a připomínky při zpracování této práce a Ing. Marii Koldinské za přínosné odborné konzultace. Dále mé poděkování patří firmě Amplet, s. r. o., především p. Kolesarovi za věnovaný čas a poskytnutý materiál.

V neposlední řadě bych také ráda poděkovala mým rodičům a blízkým osobám za všestrannou pomoc při studiu.

## **Anotace**

Tématem této bakalářské práce je zjišťování fyziologických vlastností u textilních materiálů pro funkční prádlo firmy Amplet, s. r. o.

V první části je čtenář seznámen se základními pojmy týkajícími se fyziologie člověka, s principy termoregulace a s oděvním komfortem. Dále se zabývá fyziologickými vlastnostmi funkčního prádla a principem jeho funkčnosti.

Druhá část obsahuje experiment, kterému předchází rozbor zadaných pletenin. Poté jsou popsány postupy měření fyziologických vlastností na jednotlivých přístrojích. Vyhodnocení výsledků obsahuje graficky znázorněné naměřené výsledky, na jejichž základě je stanoveno doporučení účelného použití funkčních pletenin.

**Klíčová slova:** funkční prádlo, fyziologické vlastnosti, propustnost vodních par, prodyšnost, tepelný odpor, tepelná jímavost.

## **Annotation**

The topic of this bachelor work is detection of physiological characteristics in textile materials for functional clothes of the company Amplet, s. r. o.

The reader is acquainted with the basic terms concerned with a human physiology, fundamentals of thermal regulation and with a clothing comfort in the first part of this work. Furthermore it deals with physiological characteristics of the functional clothes and its principle of functionality.

The second part includes the experiment based on the set knitwork analysis. After that the practices of measurings of physiological characteristics on the individual devices are described. The evaluation of the results includes the graphic demonstrations of the acquired results and the recommendations about effective use of the functional knitwork based on these acquired results.

**Key words:** functional clothes, physiological characteristics, water vapour permeability, air permeability, thermal resistance, thermal capacity.

# Obsah

<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, JEDNOTEK A VELIČIN .....</b>	<b>8</b>
<b>ÚVOD.....</b>	<b>10</b>
<b>1 FYZIOLOGIE ČLOVĚKA .....</b>	<b>11</b>
1.1 FYZIOLOGIE A HYGIENA ODÍVÁNÍ.....	11
1.1.1 Organismus .....	11
1.1.2 Oděv .....	11
1.1.3 Prostředí .....	12
<b>2 TERMOREGULACE ORGANISMU .....</b>	<b>13</b>
2.1 TERMOREGULACE .....	13
2.1.1 Metabolismus .....	13
2.1.2 Bazální metabolismus .....	14
2.2 TĚLESNÁ TEPLOTA .....	14
2.2.1 Tvorba tepla .....	15
2.2.2 Regulace tělesné teploty .....	15
2.3 TEPELNÁ ROVNOVÁHA .....	15
2.4 PŘENOS TEPLA MEZI ČLOVĚKEM A OKOLÍM .....	16
2.4.1 Vedením (kondukcí) .....	17
2.4.2 Prouděním (konvekci).....	17
2.4.3 Sáláním (radiací).....	18
2.4.4 Odpařováním (evaporací) .....	18
2.4.5 Dýcháním (respirací) .....	18
2.5 ODVOD KAPALNÉ VLHKOSTI Z POVRCHU LIDSKÉHO TĚLA .....	19
2.5.1 Kapilární odvod vlhkosti .....	19
2.5.2 Migrační odvod vlhkosti .....	20
2.5.3 Difuzní odvod vlhkosti .....	20
2.5.4 Sorpční odvod vlhkosti .....	20
<b>3 KOMFORT .....</b>	<b>21</b>
3.1 PSYCHOLOGICKÝ KOMFORT .....	21
3.2 SENZORICKÝ KOMFORT .....	21
3.2.1 Vnímání senzorického komfortu .....	22
3.3 TERMOFYZIOLOGICKÝ KOMFORT .....	23

3.4	PATOFYZIOLOGICKÝ KOMFORT .....	23
<b>4</b>	<b>FUNKČNÍ PRÁDLO .....</b>	<b>24</b>
4.1	FYZIOLOGICKÉ VLASTNOSTI FUNKČNÍHO PRÁDLA.....	24
4.1.1	Propustnost vzduchu .....	24
4.1.2	Propustnost vodních par.....	25
4.1.3	Propustnost vody.....	25
4.1.3.1	Vnik vody do struktury textilie vzlínáním.....	25
4.1.4	Tepelná propustnost.....	26
4.1.4.1	Tepelný odpor .....	26
4.1.4.2	Tepelná jímavost.....	26
4.2	PRINCIP FUNKČNÍHO PRÁDLA .....	26
4.3	POUŽÍVANÉ MATERIÁLY .....	27
4.4	SYSTÉM VRSTVENÉHO OBLÉKÁNÍ.....	28
<b>5</b>	<b>TECHNICKÉ PARAMETRY MĚŘENÝCH MATERIÁLŮ .....</b>	<b>29</b>
<b>6</b>	<b>POSTUPY MĚŘENÍ NA MĚŘÍCÍCH PŘÍSTROJÍCH.....</b>	<b>32</b>
6.1	DIGITÁLNÍ TLOUŠŤKOMĚR SDL M034A.....	32
6.2	DIGITÁLNÍ VÁHY .....	33
6.3	SDL M021S .....	34
6.4	PERMETEST .....	35
6.5	ZAŘÍZENÍ PRO MĚŘENÍ ABSORPČNÍCH VLASTNOSTÍ .....	36
6.6	ALAMBETA .....	37
<b>7</b>	<b>VYHODNOCENÍ NAMĚŘENÝCH VÝSLEDKŮ.....</b>	<b>39</b>
7.1	VYHODNOCENÍ TLOUŠŤKY A PLOŠNÉ HMOTNOSTI TEXTILÍ.....	39
7.1.1	Tloušťka textilie.....	39
7.1.2	Plošná hmotnost textilie.....	40
7.2	VYHODNOCENÍ PRODYŠNOSTI TEXTILÍ.....	41
7.3	VYHODNOCENÍ PROPUSTNOSTI VODNÍCH PAR TEXTILÍ .....	42
7.4	VYHODNOCENÍ VZLÍNAVOSTI TEXTILÍ.....	42
7.5	VYHODNOCENÍ TEPELNÉHO ODPORU VEDENÍ TEPLA .....	44
7.6	VYHODNOCENÍ TEPELNÉ JÍMAVOSTI .....	45
<b>8</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>46</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>49</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>51</b>

## Seznam použitých zkratek, jednotek a veličin

tzv.	tak zvaně
obr.	obrázek
č.	číslo
apod.	a podobně
viz.	vzhledni
např.	na příklad
tn.	to znamená
resp.	respektive
atd.	a tak dále
aj.	a jiné
tab.	tabulka
J	jednotka energie
s	jednotka času
W	jednotka výkonu
CO <sub>2</sub>	oxid uhličitý
K	jednotka teploty
tex	jednotka jemnosti (nebo-li délkové hmotnosti)
f	fibrily
PL	polyester
VI	viskóza
EA	elastan
PP	polypropylen
CO	bavlna
t	teplota okolního prostředí [°C]
φ	relativní vlhkost vzduchu [%]
Pa	jednotka tlaku
M	plošná hmotnost [g.m <sup>-2</sup> ]
m	hmotnost zkušební vzorku v klimatizovaném stavu [g]
A	plocha zkoušeného vzorku [cm <sup>2</sup> ]
R	prodyšnost [mm.s <sup>-1</sup> ]
q <sub>v</sub>	průtok vzduchu [ml.s <sup>-1</sup> ]



$p$	relativní propustnost vodních par [%]
$q_1$	maximální ustálená hodnota propustnosti po vložení vzorku do přístroje [mV]
$q_0$	maximální ustálená hodnota propustnosti před vložení vzorku do přístroje [mV]
$r$	plošný odpor vedení tepla [ $\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ ]
$b$	tepelné jímavosti [ $\text{W} \cdot \text{s}^{1/2} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ ]
$h$	tloušťka materiálu [mm]
$\lambda$	měrná tepelná vodivost [ $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ]
$\rho$	měrná hmotnost [ $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ]
$c$	měrná tepelná kapacita [ $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ]
$s$	směrodatná odchylka
$v$	variační koeficient
$\bar{x}$	aritmetický průměr

## Úvod

Stejně jako dokonalosti dosáhly technické vymoženosti, tak člověk dovedl k dokonalosti sportovní oděvy, které jsou nedílnou součástí jeho aktivního odpočinku při sportu. Při této činnosti člověk nejen aktivně odpočívá od hektického způsobu života, ale i překonává vlastní možnosti. Potěšení z pohybu a hlavně pohodlnost, přivedla člověka k výrobě sportovních oděvů, které mu jsou naprosto přirozené i při nejnáročnějším sportovním výkonu. Těchto výrobků je dnes celá řada, od spodního prádla až po bundy, včetně ponožek.

Maximální komfort funkčních oděvů je zajištěn důmyslným zpracováním vlákných surovin, které jde ruku v ruce s dokonalou architekturou vazeb, anatomickými střihy a dokonalým konfekčním zpracováním.

Úkolem této bakalářské práce je porovnání fyziologických vlastností pletenin určených pro výrobu funkčního prádla s pleteninami tzv. nefunkčními. Vzorky byly rozděleny do tří porovnávacích skupin podle tloušťky s ohledem na plošnou hmotnost, v každé skupině jsou zastoupeny jak vzorky funkční, tak nefunkční. Zjištění fyziologických vlastností si firma Amplet, s. r. o. přála u funkčních pletenin, které jsou převážně v současné době ve vývoji.

Na začátku experimentu byly stanoveny technické parametry zadaných textilií. Dále byly na příslušných přístrojích naměřeny vlastnosti charakterizující správnou funkčnost prádla, jako je prodyšnost, propustnost vodních par, vzlínavost, tepelný odpor a tepelná jímavost. Naměřené hodnoty těchto vlastností byly statisticky a graficky zpracovány.

Cílem této práce je na základě zpracovaných výsledků zhodnotit funkčnost pletenin firmy Amplet, s. r. o. v porovnání se vzorky nefunkčními a zjistit, zda se očekávaná funkčnost materiálu pro funkční prádlo potvrdí, a nakonec doporučit účelné použití funkčních pletenin.

# **1 Fyziologie člověka**

Fyziologie je vědní obor zabývající se funkcemi živých organismů. Sleduje činnosti organismů a orgánů, jejich propojení ve funkční celky a vliv vnějšího prostředí na jejich životní funkce [15].

## **1.1 Fyziologie a hygiena odívání**

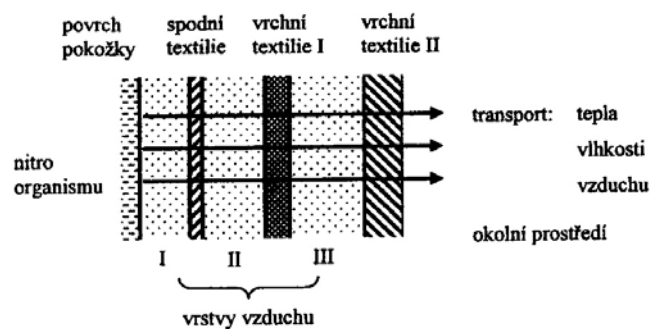
Zabývá se vztahem mezi organismem, oděvem, okolním prostředím a snaží se zajistit komfort oděvních výrobků. Vychází z teoretických základů vědy o fyziologických vlastnostech oděvů, kterými jsou fyzika, fyzikální chemie, textilní technologie, lékařská fyziologie a psychologie [1, 15].

### **1.1.1 Organismus**

Představuje samoregulační systém, který je zaměřen na udržování rovnováhy mezi množstvím vytvořeného a odevzdaného tepla do okolního prostředí a tím udržuje stálou tělesnou teplotu [6].

### **1.1.2 Oděv**

Oděv na těle vytváří systém, který se skládá z oděvních mezivrstev, složených ze vzduchové mezery, textilie a vzduchu uzavřeného do textilie, jak ukazuje obr. č. 1. V tomto systému dochází k transportu tepla, vlhkosti a vzduchu. Způsob a rychlost těchto dějů závisí na střihu oděvu a materiálu. Oděv tedy napomáhá termoregulaci organismu, pokud tělo není schopno samoregulace [7].



Obr. č. 1 Odevní systém [7]

### 1.1.3 Prostředí

Vnější prostředí jsou podmínky, ve kterých se organismus pohybuje. Prostředí můžeme rozdělit na dvě oblasti – podmínky pracovního prostředí a zeměpisné podmínky. Správně oblečený člověk je takový člověk, který je schopný v každém prostředí podat maximální tělesný či duševní výkon.

Světové klima je normou rozděleno do devíti oblastí. Každá oblast má svá specifika, která jsou rozhodující při způsobu oblékání [7].

## **2 Termoregulace organismu**

### **2.1 Termoregulace**

Schopnost organismu udržovat stálou tělesnou teplotu, přestože produkce tepla, jeho příjem i ztráty, nepřetržitě kolísá. Podle toho, zda organismus dovede regulačními zásahy do intenzity metabolismu a změnami tepelné izolace kůže udržet vnitřní tělesnou teplotu v úzkém rozmezí stálou, nebo ji výrazně mění podle změn teploty zevního prostředí, rozlišujeme organismy teplokrevné (endotermní) a studenokrevné (ektotermní).

V tomto procesu se slučují fyziologické pochody řízené centrálním nervovým systémem, udržující tělesnou teplotu na optimální hodnotě, při které probíhají metabolické změny. Na tomto principu existují dva typy termoregulace, termoregulace chemická a fyzikální [7, 17].

#### ***Termoregulace chemická***

Představuje látkovou výměnu, tedy intenzitu chemických reakcí, a tím tvorbu tepla v organismu. Je závislá na fyzické zátěži organismu a na jeho činnosti. Při ochlazení způsobuje svalové napětí a třes, to vede k přidavné tvorbě tepla v organismu [6, 7].

#### ***Termoregulace fyzikální***

Zajišťuje odvod tepla z organismu, tedy zmenšení nebo zvětšení výdeje tepla do okolního prostředí, zužováním nebo rozšiřováním cév [7].

#### **2.1.1 Metabolismus**

Složitý komplex chemických reakcí, probíhající za spolupůsobících enzymů a provázený přeměnami energie. Cílem je výstavba, obnova tkání a výživa organismu pro jeho energetickou spotřebu. Energetickým zdrojem organismu jsou cukry, tuky, bílkoviny přijímané potravou [1].

### 2.1.2 Bazální metabolismus

Je stav, kdy tělo dosáhne nejnižší úrovně metabolismu. K tomuto jevu dochází při úplném tělesném a duševním klidu, bez dodání potravy, při teplotě okolo 20 °C, vlhkosti přibližně 65 % a bez oděvu. V tomto stavu probíhají metabolické děje nejpomaleji a uvolňuje se nejmenší množství energie, které je spotřebováno na uchování funkce životně důležitých orgánů (srdce, plíce), většinou je ale použito na udržení konstantní tělesné teploty.

Bazální metabolismus je závislý především na velikosti povrchu těla a na vnějších podmínkách, jako je fyzická zátěž, teplota klimatu, tělesná teplota a potrava, které mají na fyziologii odívání největší význam. Méně je bazální metabolismus závislý na tělesné hmotnosti [1].

## 2.2 Tělesná teplota

V důsledku proměnlivé teploty okolního prostředí se vytváří teplotní spád mezi vnitřkem organismu, jeho povrchem a zevním prostředím. Tělesnou teplotou rozumíme teplotu hlouběji uložených orgánů, jako je srdce, játra, ledviny, mozek apod. Tělesná teplota dosahuje u zdravých jedinců průměrně hodnoty 37 °C, při které probíhá optimálním způsobem látková přeměna. Průměrná teplota kůže je 33 °C, za podmínek termofyziologického komfortu.

Nejvyšší teplota je vždy v jádru těla. Podle teploty zevního prostředí má jádro větší (v teple) či menší (v chladu) rozsah teplotní zóny. Uvnitř trupu jsou nejteplejším místem játra, která jsou orgánem s nejvyšší úrovní metabolismu. U povrchu těla je teplota obecně ovlivněna teplotou prostředí a prokrvením kůže.

V průběhu dne tělesná teplota mírně kolísá o  $\pm 0,5$  °C. Teplota mezi 4. a 5. hodinou je nejnižší a teplota mezi 16. a 17. hodinou je nevyšší v důsledku denního rytmu tělesné teploty, jako ukazatele úrovně látkové přeměny. Další kolísání tělesné teploty způsobuje teplota prostředí a její výkyvy, ovulace ženy, požití potravy a tělesná práce.

Při praktickém měření vnitřní tělesné teploty se nejvíce přibližuje hodnota naměřená ve vnějším zvukovodu, dutině ústní a v rektu, kde je teplota nejstálější, v důsledku malého ochlazování [1, 10, 16].

### 2.2.1 Tvorba tepla

Jedná se o termoregulaci chemickou. Teplo se vytváří neustále v průběhu chemických reakcí při látkové přeměně v každé činné tkáni. V klidu se více než z poloviny na tvorbě tepla podílí vnitřní orgány, zejména játra, z jedné pětiny svalstvo. Při tělesné práci se tvorba tepla zvýší, u svalstva až na 90 % v důsledku zvýšené látkové přeměny [16].

### 2.2.2 Regulace tělesné teploty

Termoregulace organismu se uskutečňuje nervovým systémem za účasti žláz s vnitřní sekrecí. Termoregulační ústrojí je uloženo v centrálním nervovém systému – hypothalamus.

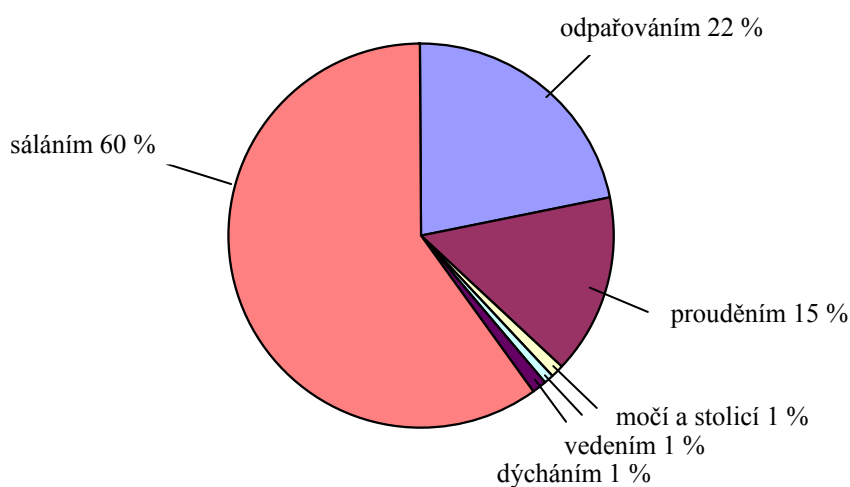
Hypothalamus je řídící centrum termoregulace, nacházejí se v něm čidla – termoreceptory, citlivé na změny tělesné teploty. Další informace dostává z termoreceptorů kůže a míchy. V hypothalamu dochází ke srovnání aktuální tělesné teploty s náležitou hodnotou. Při odchylkách udržuje rovnováhu mezi vytvořenou a odevzdanou tepelnou energií do okolí [16].

## 2.3 Tepelná rovnováha

Konstantní tělesná teplota se uskutečňuje regulací vytvořené a odevzdané tepelné energie (velikost ztrát tepla do okolí viz. obr. č. 2.). Oba tyto děje jsou v rovnovážném stavu, jak ukazuje rovnice tepelné rovnováhy (1) dle [6]. Předpokladem transportu tepla je teplotní gradient, jehož velikost ovlivňuje množství odváděného tepla. Tato závislost odváděného tepla a teploty okolního prostředí má velký význam při určování oblasti fyziologického komfortu [1, 6].

$$Q_{tt} + Q_{tz} = Q_s + Q_{pr} + Q_{ved} + Q_{od} + Q_{odc} + Q_{op} + Q_{ov} \pm \Delta Q \quad (1)$$

Kde:  $Q_{tr}$ ... teplo tvořené organismem [J];  
 $Q_{tz}$ ... vnější tepelné zatížení (např. slunečním zářením) [J];  
 $Q_s$ ... tepelné ztráty sáláním [J];  
 $Q_{pr}$ ... tepelné ztráty prouděním [J];  
 $Q_{ved}$ ... tepelné ztráty vedením [J];  
 $Q_{od}$ ... tepelné ztráty odpařováním difúzní vlhkosti z povrchu pokožky [J];  
 $Q_{odc}$ ... tepelné ztráty odpařováním vlhkosti z horních cest dýchacích [J];  
 $Q_{op}$ ... tepelné ztráty odpařováním potu [J];  
 $Q_{ov}$ ... tepelné ztráty na ohřev vydechovaného vzduchu [J];  
 $\Delta Q$ ... změna tepelného stavu organismu proti stavu tepelné pohody - deficit tepla [J].  
Všechny složky rovnice jsou uvedeny za jednotkový čas  $t$  [s], tzn.  $J \cdot s^{-1} \equiv W$ .



Obr. č. 2 Graf velikosti tepelných ztrát organismu dle [17]

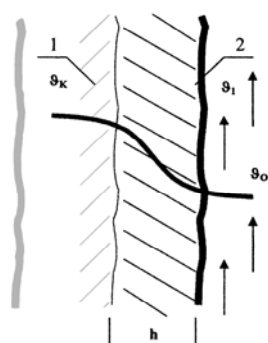
## 2.4 Přenos tepla mezi člověkem a okolím

Jedná se o fyzikální termoregulaci tělesné teploty organismu. Při tomto procesu dochází k přenosu tepla mezi organismem a okolním prostředím. Přenos probíhá oběma směry a je uskutečňován pokožkou těla, která je prokrvována proudící krví z vnitřku těla, a závisí především na tepelném spádu mezi tělem a prostředím. V případě, že se tělo potřebuje ochladit, dojde k vasodilataci – zvýšení průřezu cév a průtoku krve, povrch těla se oteplí a dojde k usnadnění výdeje tepla z těla. Naproti tomu vazokonstrikce způsobuje omezení průtoku krve, tím se teplota pokožky, i ztráty tepla do okolí, sníží. Před nástupem vazokonstrikce dochází k třesu velkých svalových skupin, čímž se dočasně zvýší tvorba tepla v organismu [10, 17, 7].



### 2.4.1 Vedením (kondukcí)

Ztráta přibližně 1 % tepla kontaktem těla s chladnějším prostředím (vzduch, voda, zem, kovy, ...), viz. obr. č. 3. Se vzduchem, který je špatným vodičem, ale dobrým izolátorem, jsou ztráty tepla malé. To se využívá v praxi (vrstvený volnější oděv, nafukovací matrace na spaní, dutá vlákna). Ve vodě je ztráta tepla uskutečňována až 24krát rychleji než na vzduchu [16, 10].

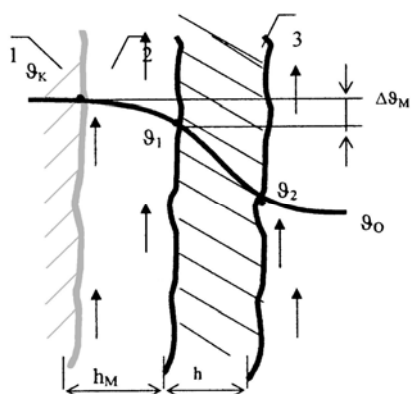


- $g_K$  ... teplota pokožky
- $g_0$  ... teplota okolí
- $g_1$  ... teplota vnější vrstvy oděvu
- $h$  ... tloušťka textilní vrstvy
- 1... pokožka
- 2... textilní vrstva

Obr. č. 3 Přenos tepla vedením [7]

### 2.4.2 Prouděním (konvekci)

Ztráta až 15 % tepla odstraněním ohřáté vrstvičky naléhající na kůži (4 – 8 mm) proudícím prostředím, viz. obr. č. 4. Rychlost ochlazování tedy závisí na rychlosti proudícího prostředí, které je tvořené vzduchem nebo vodou. V praxi to znamená používání objemnějších materiálů, které uzavírají ve své struktuře vzduch, a volnějších oděvů [10, 16].



- $g_0$  ... teplota okolí
- $g_1$  ... teplota vnitřní strany textilie
- $g_2$  ... teplota vnější strany textilie
- $g_K$  ... teplota pokožky
- $\Delta g_M$  ... pokles teploty
- $h$  ... tloušťka materiálu
- $h_M$  ... tloušťka mikroklimatu
- 1... pokožka
- 2... mikroklima
- 3... textilie

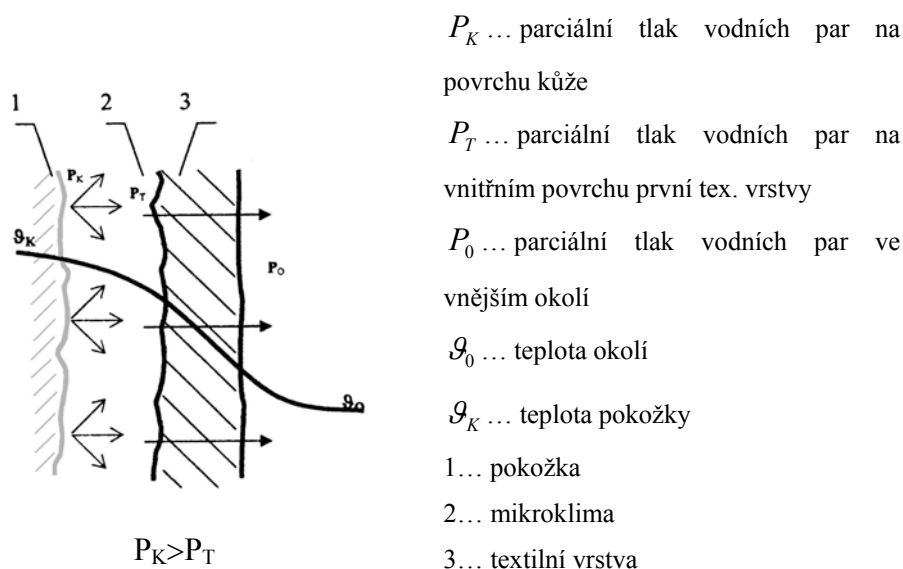
Obr. č. 4 Přenos tepla prouděním [7]

### 2.4.3 Sáláním (radiací)

Významná ztráta až 60 % sáláním tepla. Ochlazení těla dlouhovlnným elektromagnetickým zářením, při kterém tělo předává teplo okolnímu prostředí. Ochlazování závisí na teplotním gradientu těla, prostředí a množství tepla, které přijímá stejným způsobem od okolních předmětů [16, 17].

### 2.4.4 Odpařováním (evaporací)

Odvod až 22 % tepla odpařením potu z povrchu pokožky při tělesné námaze nebo i v době úplného tělesného klidu (neznatelné pocení), viz. obr. č. 5. U pocení je velice důležité nenasycení vzduchu vodními párami, které je podmínkou pro odpařování potu z povrchu těla do prostředí. Při zabránění odpaření potu do okolí dochází k akumulaci tepla v těle a k přehřátí organismu – diskomfortu [16, 17].



Obr. č. 5 Přenos tepla odpařováním [7]

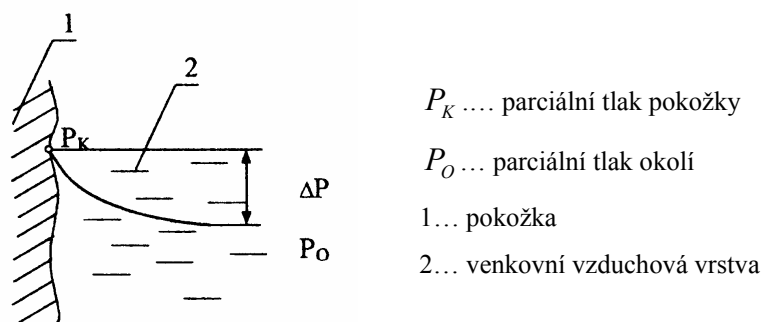
### 2.4.5 Dýcháním (respirací)

Ztráta 1 % tepla dýchacími cestami. Jeho množství je dáno rozdílem množství vodních par vdechovaných a vydechovaných [15].

## 2.5 Odvod kapalně vlhkosti z povrchu lidského těla

V rámci termoregulace produkuje lidské tělo vodu ve formě potu, která je produkována potními žlázami. Na lidském těle je rozmístěno v různé hustotě asi 2 miliony potních žláz. Nejvíce jich je na čele, hrudníku, zádech, hýždích, stehnech a ploskách chodidel. V podpaží je jejich počet stejný jako kdekoli jinde, ale průměr je až dvojnásobný (0,3 – 0,5 mm).

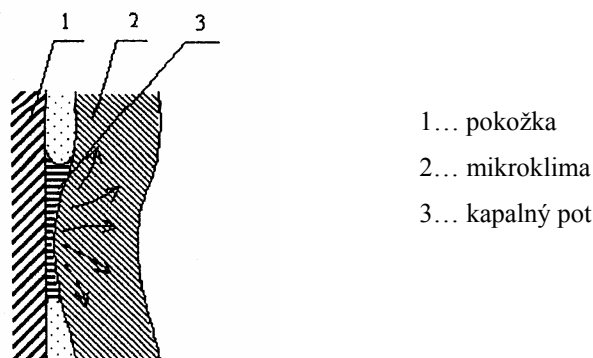
Pot je velice důležitý pro ochlazení lidského organismu, které nastane až po odpaření potu. Proto je nutné, aby se vlhkost nehromadila na pokožce a byla odvedena přes materiál do okolí, které musí pot rychle přijmout. U volného povrchu kůže je jedinou podmínkou rozdíl parciálních tlaků vodních par, jak ukazuje obr. č. 6 [15, 17].



Obr. č. 6 Transport vlhkosti [15]

### 2.5.1 Kapilární odvod vlhkosti

Viz. obr. č. 7. Pot v kapalném stavu je odsáván první textilní vrstvou a jejími kapilárami vztlíná do její plochy nebo do dalších vrstev všemi směry, tzv. knotový efekt [15].



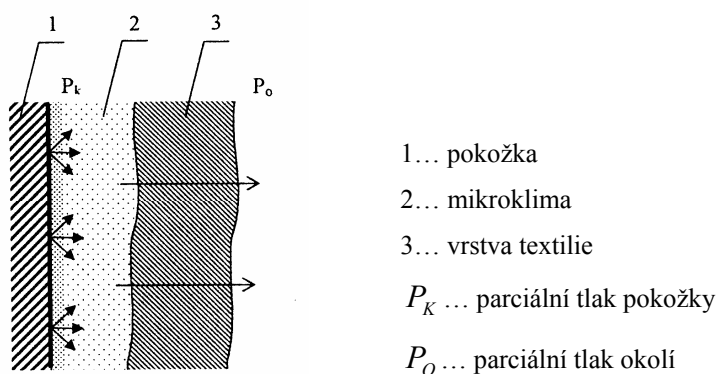
Obr. č. 7 Kapilární odvod vlhkosti [15]

### 2.5.2 Migrační odvod vlhkosti

Za předpokladu teplotního spádu mezi teplotou těla, resp. mikroklimatem, a okolním prostředím dochází ke kondenzaci vlhkosti na povrch vláken. Tato voda je následně odvedena do kapilár nebo migruje na povrch vláken [15].

### 2.5.3 Difuzní odvod vlhkosti

Viz. obr. č. 8. Realizace prostřednictvím pórů, které se svojí velikostí a tvarem účastní na kapilárním odvodu. Prostup vodní páry směrem od nižšího parciálního tlaku. Tento postup je zpomalen tím, že všechny vrstvy nemají stejný difúzní odpor. Vláknenná surovina nemá na tento jev vliv, pokud vlákna nemění svojí geometrii (např. bobtnáním) [15].



Obr. č. 8 Difuzní odvod vlhkosti [15]

### 2.5.4 Sorpční odvod vlhkosti

Předpokládá vnik vlhkosti do neuspořádaných mezimolekulárních oblastí ve struktuře vlákna a navázání na hydrofilní skupiny v molekulové struktuře. Je důležité, aby byla textilie alespoň z částečně sorpčních vláken [15].

## 3 Komfort

Je to stav organismu, kdy jsou fyziologické funkce organismu v optimu a také kdy okolí ani oděv nevytváří žádné nepříjemné vjemy vnímané našimi smysly. Tento stav je vnímán jako stav pohody, a protože nepřevládají pocity tepla ani chladu, je možné v něm setrvat a pracovat. Komfort je vnímán všemi lidskými smysly kromě chuti. Podle velikosti nejvíce hmatem, dále zrakem, sluchem a čichem [7].

### 3.1 Psychologický komfort

Tato část komfortu závisí na kulturní a sociální úrovni a vyjadřuje individualitu člověka (styl, oblíbené barvy, módnost, ...). Psychologický komfort je velice důležitý, někdy dostane u kupujícího dokonce i přednost před komfortem funkčním. Je hodnocen pouze subjektivně. Rozděluje se podle klimatického, ekonomického, historického, kulturního, sociálního, skupinového a individuálního hlediska [7, 15].

### 3.2 Senzorický komfort

Je dán pocity, které jsou při styku kůže s oděvem vyvolány. Mohou to být pocity příjemné (měkkost, splývavost, ...), ale i nepříjemné (kousání, škrábání, píchání, tlak, ...). Senzorický komfort lze rozdělit na komfort nošení a omak [7].

#### ***Komfort nošení***

Zahrnuje povrchovou strukturu použitých textilií, mechanické vlastnosti, ovlivňující rozložení sil a tlaků v oděvním systému, a schopnost textilií absorbovat a transportovat plynnou či kapalnou vlhkost s dopadem na své kontaktní vlastnosti [7].

#### ***Omak***

Lze charakterizovat hladkostí (součinitel povrchového tření), tuhostí (ohybovou a smykovou), objemností (stlačitelností) a tepelně-kontaktním vjemem [7].

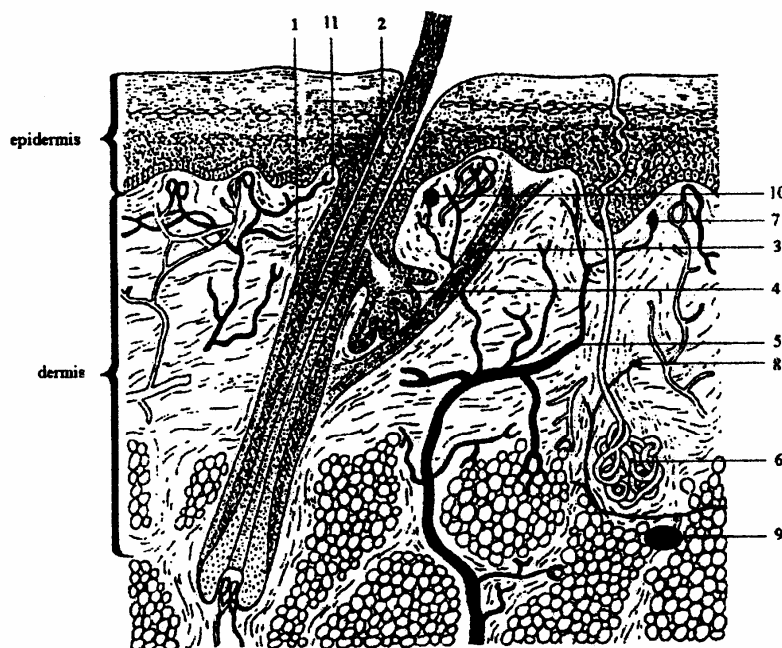
### 3.2.1 Vnímání senzorického komfortu

Kůže je největší receptivní povrch, je sídlem tlakových a dotykových receptorů, termoreceptorů a receptorů pro bolest, které umožňují neustálou komunikaci se zevním okolím (viz. obr. č. 9).

Pocity tepla a chladu jsou zaznamenávány samostatnými typy receptorů (termoreceptory), které jsou umístěné v pokožce, v centrální nervové soustavě a v cévách vnitřních orgánů.

Termoreceptory jsou charakteristické tím, že při konstantní teplotě mají určitou frekvenci výbojů, ta je různá při každé teplotě. Při změně teploty dochází ke vzrůstu nebo poklesu frekvence. Nervová vlákna mají jeden, výjimečně více termoreceptorů. Rychlost vedení nervových vláken je menší než  $20 \text{ m.s}^{-1}$ .

Nejvíce termoreceptorů je v kůži obličeje a na hřbetu ruky, nejméně v kůži zad. Receptorů pro chlad je 8krát více než receptorů pro teplo. Celkem jich je přibližně 140 000 [7, 17].



Obr. č. 9 Schéma řezu lidskou kůží [7]

Kde: 1... vlasové pouzdro; 2... vlas, 3... hladké svalstvo; 4... tuková žláza; 5... kožní žíla; 6... potní žláza; 7... kožní receptory; 8... senzory vyšších teplot podle Ruffiniho; 9... Vater-Pacciniho senzory tlaku; 10... senzory nižších teplot podle Krause; 11... volné konce nervů.

### 3.3 Termofyziologický komfort

Je to stav tepelné pohody, kdy organismus nemusí regulovat tělesnou teplotu, nedochází k pocení ani pocitu chladu a člověk vydrží pracovat neomezeně dlouho.

K tomuto jevu dochází při teplotě pokožky  $33 - 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ , při relativní vlhkosti vzduchu  $50 \pm 10\%$ , rychlosti proudění vzduchu  $25 \pm 10\text{ cm.s}^{-1}$ , při obsahu  $0,07\%$   $\text{CO}_2$  a při nepřítomnosti vody na pokožce [7].

### 3.4 Patofyziologický komfort

Jedná se o působení chemických látek obsažených v materiálu a mikroorganismů vyskytujících se na lidské pokožce, které může způsobit kožní onemocnění. Závisí na odolnosti člověka vůči těmto chemickým látkám a na podmínkách růstu kultur mikroorganismů vyskytujících se v mikroklimatu omezeném povrchem lidského těla a textilií.

Kožní onemocnění způsobené drážděním, se může vyskytnout u kteréhokoliv člověka. Je způsobeno např. organickými rozpouštědly, solí, syntetickými pracími prostředky atd.; tkaninami s obsahem středně jemných či hrubších přízí obsahující polyesterová staplová vlákna a textiliemi ze směsi polyesteru a bavlny při pocení. Kožní onemocnění způsobené alergií, zapříčiněné kontaktem s alergenem, je individuální imunologický jev.

V dnešní době je velké množství lidí, kteří jsou citliví na různé látky, proto se začaly používat při výrobě oděvních výrobků baktericidní, hygienické aj. úpravy u vláken nebo plošných textilií, které alergické reakce zmírní nebo úplně odstraní. V poslední době také nabývá na významu aplikace stříbrných nanočástic vkládaných do výchozího polymeru. Baktericidní vlastnosti také vykazují vlákna vyrobená z chitinu a chitosanu [7].

## **4 Funkční prádlo**

### **4.1 Fyziologické vlastnosti funkčního prádla**

Jsou to vlastnosti sloužící k posouzení hygieničnosti a komfortu oděvu. Je nutné, aby jednotlivé fyziologické vlastnosti funkčního prádla byly vzájemně sladěné a hodnoty byly optimální pro efektivní regulaci oděvního mikroklima, které ovlivňuje subjektivní pocity člověka, jeho náladu a pracovní schopnost.

Jedná se o propustnosti médií skrz textilii. Tyto prostupy jsou realizovány nejčastěji směrem od organismu do okolního prostředí, ale i naopak, a zajišťují potřebnou regulaci oděvního mikroklima. Nejvýznamnější fyziologické vlastnosti pro hodnocení oděvní komfortu jsou propustnost vzduchu, vodních par, vody a tepla. Tyto jevy jsou realizovány téměř vždy kombinovaně, proto je nutné dobře volit oděvní vrstvy, které transportům médií napomáhají a nezpomalují je [7, 15].

#### **4.1.1 Propustnost vzduchu**

Prostup vzduchu textilií za podmínky rozdílných barometrických tlaků na vnitřní a vnější straně materiálu nebo též označení prodyšnost, která je vyjádřena rychlostí proudícího vzduchu plošnou textilií.

Prodyšnost materiálu je ve velké míře ovlivněna tloušťkou, strukturou, objemovou hmotností, druhem povrchové úpravy a vlhkostí.

Prodyšnost oděvu je ovlivněna počtem vrstev a velikostí vzduchových mezer mezi těmito vrstvami, střihovým řešením, rychlostí větru a rozdílem teplot pod oděvem a okolním prostředím. K největšímu snížení prodyšnosti oděvu dochází, jestliže se počet vrstev zvedne na dvě, další zvyšování vrstev už nemá na snížení prodyšnosti tak zásadní vliv.

Prodyšnost umožňuje odvětrání oxidu uhličitého, tepla, vlhka a jiných látek vylučovaných pokožkou v důsledku látkové výměny [6, 15].



### **4.1.2 Propustnost vodních par**

Schopnost materiálů propouštět páru za předpokladu rozdílných parciálních tlaků a konstantním barometrickém tlaku na obou stranách textilie a v závislosti na sorpčních a transportních schopnostech textilních materiálů.

Tato vlastnost dále závisí na druhu vlákenného materiálu, struktuře, povrchové úpravě a konstrukčním řešení oděvu [15].

Propustnost vodních par velice ovlivňuje komfort oděvu. Pokud oděv není schopný odvést pot, dojde k jeho hromadění v pletenině, zvýší se tepelná jímavost a oděv bude vyvolávat pocit chladu a diskomfortu.

### **4.1.3 Propustnost vody**

Vyjadřuje vzájemné působení kapaliny s plošnou textilií, může být realizována několika způsoby:

- vnik vody do struktury textilie – vzlínavost, navlhavost;
- usazování vody na povrchu textilie – smáčivost, vodoodpudivost, nepromokavost;
- průnik vody textilií – prostup tlakové vody [15].

V případě prádla, první vrstvy oblečení, se jiná propustnost vody, kromě vniku vody do struktury, nepředpokládá.

#### **4.1.3.1 Vnik vody do struktury textilie vzlínáním**

Vzlínavost je schopnost textilních materiálů přijímat a přenášet kapalinu působením kapilární síly, tím odvádět vodu z prostoru pod oděvem.

Odvod je závislý na pórovitosti, kterou u syntetických materiálů upravíme tvarem průřezu, čímž můžeme značně zvýšit a vykompenzovat nízkou navlhavost [6].

#### **4.1.4 Tepelná propustnost**

Tepelná propustnost vyjadřuje množství tepla prošlého plošnou textilií. Určuje tepelně izolační vlastnosti materiálu.

##### **4.1.4.1 Tepelný odpor**

Má největší význam pro tepelně izolační vlastnosti. Je poměr mezi tloušťkou materiálu a měrnou tepelnou vodivostí. Udává jaký odpor klade materiál proti průchodu tepla textilií. Je závislý na vazbě určující tloušťku, prodyšnosti materiálu a vlhkosti.

Při zvyšující se tloušťce materiálu tepelný odpor, nebo-li tepelně izolační vlastnost materiálu, významně stoupá, to ale neplatí při vysoké prodyšnosti. Také díky tomu, že je voda dobrým vodičem, tepelný odpor se zvyšující vlhkostí klesá a tepelná vodivost roste. Z toho také vyplývá, že čím je tepelný odpor nižší, tím je tepelná vodivost vyšší [6, 7].

##### **4.1.4.2 Tepelná jímavost**

Představuje množství tepla, které proteče při rozdílu teplot 1 K jednotkou plochy za jednotku času.

Jako jediný parametr charakterizuje tepelný omak. Čím větší je tato hodnota, tím materiál pocítujeme jako chladnější. Tepelná jímavost tedy ukazuje, zda člověk při styku s textilií pocítuje chlad či teplo [7].

## **4.2 Princip funkčního prádla**

V současné době se stávají trendem textilie s těmi nejlepšími podmínkami pro prostup médií. Výrobky z těchto textilií se nazývají funkční a jsou určeny pro činnosti se zvýšenou zátěží organismu. Funkčnosti se docílí integrováním pletenin, kde spodní hydrofobní vrstva odvádí vlhkost od těla do vnější hydrofilní vrstvy, odkud se dále tato vlhkost odpařuje do okolního prostředí. Nebo použitím hydrofobních syntetických

vláken s upraveným tvarem průřezu a s většími kapilárními prostory, čímž se transporty zvětší a speciálními konstrukcemi pletenin. Díky všem těmto vlastnostem je tělo udržováno v suchu a optimální teplotě.

### **4.3 Používané materiály**

Pro výrobu funkčního prádla se nejčastěji používají vlákna polypropylenová, polyamidová a polyesterová, bavlněná a viskózová [15].

#### ***Polypropylenová vlákna***

Vyznačující se odolností vůči plísním, bakteriím, minimální navlhavostí, dobrými tepelně-izolačními vlastnostmi, vysokou prodyšností, lehkostí, pevností, dobrou údržbou. Používají se samostatně, nebo ve směsi s jinými vlákny.

#### ***Polyamidová a polyesterová vlákna***

Vlákna, která jsou velice pevná, pružná a odolná v oděru, ale také málo hygroskopická, silně elektrizující a nezajišťující dobrou tepelnou pohodu, a proto se používají především ve směsích s přírodními vlákny nebo v podobě modifikovaných mikrovláken.

Polyesterová vlákna si svojí oblíbenost u sportovních oděvů získala především díky snadnému povrchovému tisku v širokém spektru barev.

#### ***Bavlněná vlákna***

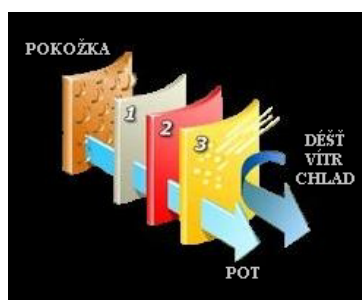
Jsou charakteristická dobrou sorpcí, při náhlém zavlhčení uvolňováním sorpčního tepla a příjemným pocitem při nošení. Používají se ve směsích hlavně s viskózou, polyamidem a polyesterem.

#### ***Viskózová vlákna***

Mají vysokou navlhavost, příjemný omak a nižší tepelně izolační vlastnosti. Používají se také jako lehké letní prádlo převážně ve směsi s jinými vlákny.

## 4.4 Systém vrstveného oblékání

Pro dosažení nejlepších výsledků funkčního prádla je nutné oděvy vhodně vrstvit, jak zobrazuje obr. č. 10. Pro správnou funkci je třeba jako první vrstvu zvolit funkční prádlo (1), které odvodem vlhkosti udržuje pokožku v suchu, a tím se zabrání přehřátí nebo ochlazení těla. Tato vrstva musí dostatečně naléhat na tělo, aby nebyla znemožněna správná funkce, a pro maximální komfort vyžaduje ploché švy. Střední vrstva (2) by měla být hřejivá, ale schopná odvodu vzniklé tělesné vlhkosti. A vnější vrstva (3) plní funkci tepelně izolační, odvodu tělesné vlhkosti a ochrany před nepříznivými vlivy počasí.



Obr. č. 10 Schéma systému vrstveného oblékání

## 5 Technické parametry měřených materiálů

Měřené materiály jsou navrženy a vyrobené firmou Amplet, s. r. o. Mají různou strukturu vazeb a materiálové složení. Podle tloušťky a plošné hmotnosti jsou rozděleny do třech porovnávacích skupin, ve kterých jsou zastoupeny jak materiály funkční, tak i materiály nefunkční, pro porovnání fyziologických vlastností.

### Porovnávací skupina č. 1

#### *Pletenina 001 205*

Materiálové složení: 100 % PL (20 tex s bavlněným omakem - VENUS)

Druh pleteniny: zátažná

Vazba: jednolící

Plošná měrná hmotnost:  $120 \text{ g.m}^{-2}$

Tloušťka: 0,47 mm

Hustota sloupků:  $130 \text{ s.}10 \text{ cm}^{-1}$

Hustota řádků:  $150 \text{ ř.}10 \text{ cm}^{-1}$

#### *Pletenina 001 117*

Materiálové složení: 90 % VI (20 tex), 10 % EA (44 dtex)

Druh pleteniny: zátažná

Vazba: jednolící

Plošná měrná hmotnost:  $169 \text{ g.m}^{-2}$

Tloušťka: 0,60 mm

Hustota sloupků:  $150 \text{ s.}10 \text{ cm}^{-1}$

Hustota řádků:  $290 \text{ ř.}10 \text{ cm}^{-1}$

#### *Pletenina 070 042*

Materiálové složení: 100 % PL (multifil 84 dtex/36 f)

Druh pleteniny: zátažná

Vazba: interloková

Plošná měrná hmotnost:  $116 \text{ g.m}^{-2}$

Tloušťka: 0,57 mm

Hustota sloupků: 160 s.10 cm<sup>-1</sup>

Hustota řádků: 140 ř.10 cm<sup>-1</sup>

### ***Pletenina 042 181***

Materiálové složení: na rubní straně PP (dtex 70/50 x 1 - PROLENVEL), na lící straně CO (20 tex)

Druh pleteniny: zátažná

Vazba: chytová

Plošná měrná hmotnost: 114 g/m<sup>2</sup>

Tloušťka: 0,80 mm

Hustota sloupků: 120 s.10 cm<sup>-1</sup>

Hustota řádků: 100 ř.10 cm<sup>-1</sup>

### **Porovnávací skupina č. 2**

### ***Pletenina 105 205***

Materiálové složení: 100 % PL (20 tex s bavlněným omakem - VENUS)

Druh pleteniny: zátažná

Vazba: interloková - pique

Plošná měrná hmotnost: 234 g/m<sup>2</sup>

Tloušťka: 0,80 mm

Hustota sloupků: 105 s.10 cm<sup>-1</sup>

Hustota řádků: 110 ř.10 cm<sup>-1</sup>

### ***Pletenina 002 018***

Materiálové složení: 100 % CO (20 tex)

Druh pleteniny: zátažná

Vazba: interloková

Plošná měrná hmotnost: 200 g/m<sup>2</sup>

Tloušťka: 0,92 mm

Hustota sloupků: 125 s.10 cm<sup>-1</sup>

Hustota řádků: 125 ř.10 cm<sup>-1</sup>

***Pletenina 150 035***

Materiálové složení: 100 % PL (multifil 167 dtex/36 f)

Druh pleteniny: zátažná

Vazba: belgický kepr

Plošná měrná hmotnost: 266 g/m<sup>2</sup>

Tloušťka: 1,00 mm

Hustota sloupků: 120 s.10 cm<sup>-1</sup>

Hustota řádků: 195 ř.10 cm<sup>-1</sup>

**Porovnávací skupina č. 3*****Pletenina 289 185***

Materiálové složení: 90 % PP (dtex 70/50 x 1 - PROLENVEL), 10 % EA (44 dtex)

Druh pleteniny: zátažná

Vazba: chytová

Plošná měrná hmotnost: 239 g/m<sup>2</sup>

Tloušťka: 1,62 mm

Hustota sloupků: 165 s.10 cm<sup>-1</sup>

Hustota řádků: 190 ř.10 cm<sup>-1</sup>

***Pletenina 292 100***

Materiálové složení: 90 % PL (multifil 84 dtex/72 f mikro) a 10 % EA (44 dtex)

Druh pleteniny: zátažná

Vazba: chytová

Plošná měrná hmotnost: 203 g/m<sup>2</sup>

Tloušťka: 1,07 mm

Hustota sloupků: 160 s.10 cm<sup>-1</sup>

Hustota řádků: 250 ř.10 cm<sup>-1</sup>

## 6 Postupy měření na měřících přístrojích

### 6.1 Digitální tloušťkoměr SDL M034A

Podstata zkoušky je stanovení tloušťky, jako kolmé vzdálenosti mezi základní deskou, na které je vzorek umístěn, a paralelním kruhovým přitlačným kotoučem, který vyvíjí specifikovaný přitlak na zkoušenou plochu textilie.

Odpovídající norma ČSN EN ISO 5084 (80 0844)

Podmínky měření:

$t = 21\text{ }^{\circ}\text{C}$

$\varphi = 40\text{ }\%$

Postup zkoušky:

Měření bylo provedeno na digitálním tloušťkoměru (viz. příloha č. 2 – obr. č. 11) v klimatizované laboratoři Comfortu na katedře oděvnictví TU v Liberci na pěti vzorcích každého typu materiálu o velikosti 150 x 150 mm. Před měřením byly vzorky klimatizovány.

Před každou zkouškou nového typu textilie se na počítači a na přístroji nastavily jednotky pro zatížení [Pa] a tloušťku [mm], hodnota přitlaku 1000 Pa, velikost přitlačného kotouče 20 cm<sup>2</sup> a další identifikační údaje, včetně způsobu ukládání naměřených dat.

Následně se přitlačná hlavice zvedla, vzorek se vložil na základní desku a jeho hmotnost se eliminovala vynulováním hodnoty zátěže, poté byl vzorek vyjmut, hlavice se spustila dolů přibližně 1 mm nad základní desku, a tím bylo měření připraveno. Vložil se vzorek a přitlačná hlavice se spouštěla do té doby, než bylo zvukovým signálem oznámeno dosažení příslušného přitlaku. Naměřená hodnota se potvrdila a pokračovalo se v dalším měření.

Pro každý typ textilie byl počítačem vyhodnocen aritmetický průměr tloušťky textilie, který byl použit pro technické parametry textilií, směrodatná odchylka a variační koeficient.

[4, 12]



## 6.2 Digitální váhy

Podstatou zkoušky je zvážení klimatizovaných vzorků a vypočítání plošné hmotnosti vzorku.

Odpovídající norma ČSN EN 12127 (80 0849)

Podmínky měření:

$t = 21\text{ }^{\circ}\text{C}$

$\varphi = 40\text{ }\%$

Postup zkoušky:

Měření bylo provedeno na digitálních váhách (viz. příloha č. 2 – obr. č. 12) v klimatizované laboratoři Komfortu na katedře oděvnictví TU v Liberci na pěti vzorcích každého typu materiálu o velikosti 100 x 100 mm. Před měřením byly vzorky klimatizovány.

Vzorky se pomocí pinzety postupně vkládaly na váhu a po ustálení se hodnota zapsala. Dále se u jednotlivých vzorků provedly tři měření po délce, tři měření po šířce a z průměrných hodnot se vypočítala skutečná plocha vzorku  $A$  pro výpočet plošné hmotnosti  $M$  dle vztahu:

$$M = \frac{m \times 10000}{A} \quad (2)$$

Kde:  $M$ ... plošná hmotnost [ $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ ];

$m$ ... hmotnost zkušební vzorku v klimatizovaném stavu [g];

$A$ ... plocha zkoušeného vzorku [ $\text{cm}^2$ ];

10000... přepočítávací faktor z [ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-2}$ ] na [ $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ ].

Dále se z vypočítaných plošných hmotností vypočítal aritmetický průměr pro každý typ materiálu, směrodatná odchylka a variační koeficient.

[3]

### 6.3 SDL M021S

Podstatou této zkoušky je měření rychlosti proudu vzduchu procházejícího kolmo danou plochou plošné textilie při stanoveném tlakovém spádu.

Odpovídající norma ČSN EN ISO 9237 (80 0817)

Podmínky měření:

$t = 21\text{ }^{\circ}\text{C}$

$\varphi = 45\text{ }\%$

Postup zkoušky:

Měření bylo provedeno na přístroji SDL M021S (viz. příloha č. 2 – obr. č. 13) v klimatizované laboratoři Komfortu na katedře oděvnictví TU v Liberci na deseti vzorcích každého typu materiálu o velikosti 150 x 150 mm. Před měřením byly vzorky klimatizovány.

Po seřízení tlakového spádu na nulu a zkontrolování ventilů se vzorky upnuly do kruhového držáku o ploše 20 cm<sup>2</sup> lící stranou nahoru s dostatečným napětím, které zabránilo záhybům. Sešlápl se pedál nasávacího zařízení, tím se vzduch nasál přes zkušební vzorek a průtok vzduchu  $q_v$  se seřizoval tak, aby na zkušební ploše vznikl požadovaný tlakový spád 4 Pa měřený nanometrem. Po ustálení podmínek, přibližně po 1 minutě, se naměřený průtok vzduchu zaznamenal.

Z naměřených průtoků vzduchu se pro každý typ materiálu vypočítal aritmetický průměr, směrodatná odchylka, variační koeficient a prodyšnost  $R$  dle vzorce:

$$R = \frac{\bar{q}_v}{A} \times 10 \quad (3)$$

Kde:  $R$ ... prodyšnost [mm.s<sup>-1</sup>];

$\bar{q}_v$ ... aritmetický průměr průtoku vzduchu [ml.s<sup>-1</sup>];

$A$ ... plocha zkoušeného vzorku [cm<sup>2</sup>];

10... přepočítávací faktor z [ml.s<sup>-1</sup>.cm<sup>-2</sup>] na [mm.s<sup>-1</sup>].

[5, 14]

## 6.4 Permetest

Pracuje na principu měření tepelného toku  $q$  procházejícího povrchem tepelného modelu lidské pokožky. Povrch je porézní a je zvlhčován, čímž se simuluje ochlazování těla pocením. Na tento povrch se přikládá přes separační folii měřený vzorek. Vnější strana vzorku je ofukována.

Odpovídající interní norma č. 23-304-01/01

Podmínky měření:

$t = 21\text{ }^{\circ}\text{C}$

$\varphi = 41\text{ } \%$

Postup měření:

Měření bylo provedeno na přístroji Permetest (viz. příloha č. 2 – obr. č. 14) v klimatizované laboratoři Komfortu na katedře oděvnictví TU v Liberci na deseti vzorcích každého typu materiálu o velikosti 150 x 150 mm. Před měřením byly vzorky klimatizovány.

Na začátku se sladila teplota měřicí hlavy s teplotou okolního prostředí. Zapisovací přístroj se vynuloval, nastavil se rozsah citlivosti 2 mV a rychlost posuvu papíru  $0,5\text{ mm.s}^{-1}$ . Měřicí hlava se zavlhčila kapkou vody, která se po celé ploše rozetřela. Poté se přístroj nechal ustálit a na měřítku zapisovače se odečetla hodnota tepelného toku  $q_0$ , jako 100% propustnost daná odparem z volné vodní hladiny. V další fázi se vložil vzorek lícni stranou nahoru do přístroje a po ustálení se odečetla na měřítku zapisovače hodnota tepelného toku  $q_1$  sníženého zakrytím volné hladiny. Poté se vzorek vyndal a opět se vstříkla kapka vody. Pro ostatní vzorky byl postup stejný.

Z naměřených hodnot se vypočítal nenormalizovaný, ale velice praktický parametr relativní propustnost vodních par  $p$ , dle vzorce:

$$p = 100 * \left( \frac{q_1}{q_0} \right) \quad (4)$$

Ze zjištěných paropropustností se pro každý typ materiálu vypočítal aritmetický průměr, směrodatná odchylka a variační koeficient.

Kde:  $p$ ... relativní propustnost vodních par [%];

$q_1$ ... maximální ustálená hodnota propustnosti po vložení vzorku do přístroje [mV];

$q_0$ ... maximální ustálená hodnota propustnosti před vložení vzorku do přístroje [mV].

[8, 13]

## 6.5 Zařízení pro měření absorpčních vlastností

Podstata spočívá ve stanovení výšky vztlínání kapaliny za určitý časový úsek.

Odpovídající norma ČSN 80 0828

Podmínky měření:

$t = 24\text{ }^{\circ}\text{C}$

$\varphi = 51\text{ }\%$

Postup zkoušky:

Měření bylo provedeno na zařízení pro měření absorpčních vlastností (viz. příloha č. 2 – obr. č. 15) na katedře textilních materiálů TU v Liberci na pěti vzorcích ve směru příčném a pěti vzorcích ve směru podélném každého typu materiálu o velikosti 255 x 10 mm. Před měřením byly vzorky klimatizovány.

Připravené vzorky se upevnilly na rámeček zkušebního zařízení napichováním na bodce tak, aby na straně ponořené do kapaliny přečnívaly pod bodcem 2 – 5 mm. Rámeček se umístil do zkušebního zařízení, vanička s kapalinou se nastavila tak, aby přečnívající konce pod bodcem byly ponořeny do kapaliny a zkouška začala. Jako kapalina byla použita destilovaná voda s příměsí organického barviva (1 g na 1 l vody) pro zviditelnění výšky vztlínání na bílé textilii. Teplota roztoku barviva byla  $20 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  a doba vztlínání 30 min. Po uplynutí stanovené doby se ihned na měřítku odečetla výška vztlínání.

Z naměřených hodnot vzlínivosti v podélném a příčném směru se vypočítaly průměrné hodnoty výšky vzlínání [mm], směrodatná odchylka a variační koeficient. [2]

## 6.6 Alambeta

Podstata zkoušky spočívá v průchodu tepelných toků od neustáleného stavu k ustálenému, které procházejí v důsledku rozdílných teplot spodního a horního povrchu zkoušenou textilií.

Odpovídající interní norma č. 23-304-02/01

$t = 23\text{ °C}$

$\varphi = 24\text{ %}$

Postup zkoušky:

Měření bylo provedeno na přístroji Alambeta (viz. příloha č. 2 – obr. č. 16) na katedře oděvnictví TU v Liberci na deseti vzorcích každého typu materiálu o velikosti 150 x 150 mm. Před měřením byly vzorky klimatizovány.

Alambeta se k měření připravila zahřáním na požadovanou teplotu, kdy se hlava spustila a zvukový signál oznámil konec přípravy. Poté se měřený vzorek vložil lící stranou dolů, hlavice se spustila na vzorek a proběhlo měření, jehož hodnota se pokaždé uložila do paměti. Vzorek byl vyjmut a pokračovalo se měřením dalších vzorků. Přítlak měřící hlavice byl 400 Pa.

Pro každý typ textilie byly naměřené hodnoty zpracovány počítačem a byl vyhodnocen aritmetický průměr a variační koeficient plošného odporu vedení tepla  $r$  [ $\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ ] a tepelné jínavosti  $b$  [ $\text{W} \cdot \text{s}^{1/2} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ ].

Plošný odpor vedení tepla:

$$r = \frac{h}{\lambda} \quad (5)$$

Tepelná jímavost:

$$b = \sqrt{\lambda * \rho * c} \quad (6)$$

Kde:  $r$ ... plošný odpor vedení tepla [ $\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ ];

$b$ ... tepelná jímavost [ $\text{W} \cdot \text{s}^{1/2} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ ];

$h$ ... tloušťka materiálu [mm];

$\lambda$ ... měrná tepelná vodivost [ $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ];

$\rho$ ... měrná hmotnost [ $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ];

$c$ ... měrná tepelná kapacita [ $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ].

[9, 11]

## **7 Vyhodnocení naměřených výsledků**

Vyhodnocení se bude nejvíce zabývat sledováním, zda funkční vzorky budou dosahovat očekávaných hodnot. Jedná se především o vzorek 042 181, určený pro mimořádnou fyzickou zátěž, z porovnávací skupiny č. 1. Vzorek 001 205, také z porovnávací skupiny č. 1, a jeho silnější provedení 105 205 z porovnávací skupiny č. 2, které jsou v současné době ve vývoji bez konkrétního účelu použití. A z porovnávací skupiny č. 3 vzorek 289 185, který je také prozatím ve vývoji.

### **7.1 Vyhodnocení tloušťky a plošné hmotnosti textilií**

Tyto vlastnosti byly měřeny především pro stanovení technických parametrů zadaných textilií. Jsou dány především strukturou vazby a materiálovým složením. Mají velký vliv na měřené fyziologické vlastnosti – prodyšnost, propustnost vodních par, tepelný odpor, tepelnou jímavost i na vzlínavost.

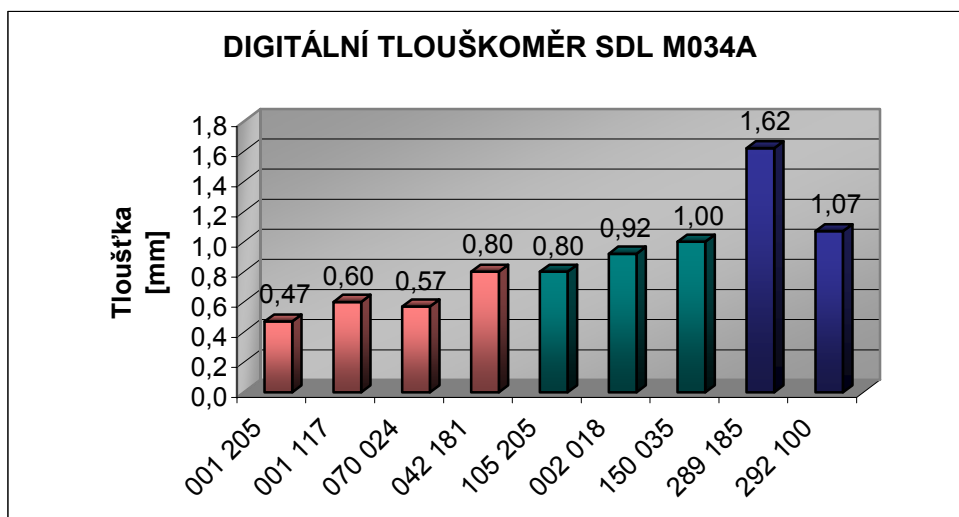
#### **7.1.1 Tloušťka textilie**

Tloušťka textilie je především daná strukturou textilie (vazba a hustota provázání), ale i jemností vlákenného materiálu a přízí.

Tloušťku jednotlivých textilií ukazuje graf č. 1 (naměřené hodnoty digitálním tloušťkoměrem viz. příloha č. 3 – tab. č. 1), kde je závislost na struktuře patrná u pleteniny 001 205 – vazby jedolící, jako nejtenčí pleteniny, a pleteniny 289 185 – vazby chytové, jako nejsilnější.

Na základě této vlastnosti se dá předpokládat, že u nejtenčí textilie bude propustnost par a vzduchu největší a plošný odpor vedení tepla, nebo-li tepelně izolační vlastnost, nejmenší. U nejsilnější pleteniny budou tyto vlastnosti mít opačné hodnoty.

Vzhledem k výrazně rozdílným hodnotám tloušťky s přihlédnutím k plošné hmotnosti byly měřené textilie pro další sledování rozděleny do třech porovnávacích skupin, které byly v grafech barevně rozlišeny.

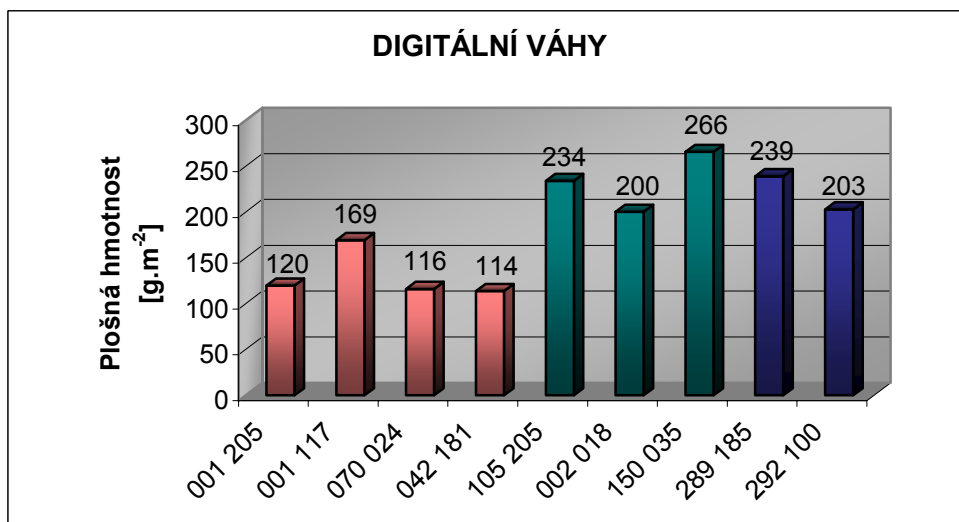


Graf č. 1 Tloušťka textilií

### 7.1.2 Plošná hmotnost textilie

Z grafu č. 2 (naměřené hodnoty digitálními váhami viz. příloha č. 4 – tab. č. 2), je patrné, že textilie, která má největší tloušťku, nemusí mít i největší hmotnost. Největší plošnou hmotnost má pletenina 150 035 z porovnávací skupiny č. 2, přestože se jedná o mnohem tenčí textilií, než je pletenina 289 185, s plastickou strukturou, z porovnávací skupiny č. 3. To potvrzuje závislost vlastností pleteniny na struktuře vazby, jemnosti přízí a na druhu vlákenného materiálu (s vyšší či nižší hmotností).

V porovnávací skupině č. 1 jsou vzorky s výrazně nižší plošnou hmotností.



Graf č. 2 Plošná hmotnost textilií



## 7.2 Vyhodnocení prodyšnosti textilií

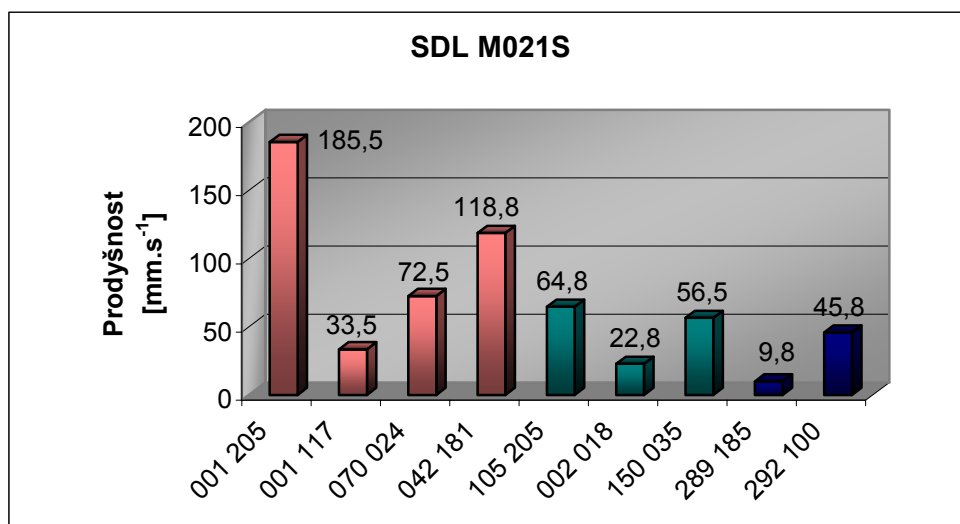
Prodyšnost je velice důležitá vlastnost, která podporuje odpaření tělesné vlhkosti, tepla a odvětrání oxidu uhličitého. Čím je větší naměřená hodnota, tím je prodyšnost textilie větší.

Podle grafu č. 3 (naměřené hodnoty přístrojem SDL M021S viz. příloha č. 5 – tab. č. 3) dosáhly jednotlivé textilie různých hodnot prodyšnosti. Výrazně menších hodnot dosahovaly vzorky z porovnávací skupiny č. 2 a 3.

V porovnávací skupině č. 1 nejvyšší prodyšnosti dosáhl vzorek 001 205 a vzorek 042 181. Další dva materiály vykazovaly mnohem menší hodnoty prodyšnosti.

V porovnávací skupině č. 2 nejlepších výsledků prodyšnosti dosáhl vzorek 105 205 a vzorek 150 035 a v porovnávací skupině č. 3 vzorek 292 100.

Za velké rozdíly hodnot v jednotlivých skupinách stojí především různé hustoty vazeb materiálů. Nedá se očekávat, že pleteniny s vyšší hustotou vazby z porovnávací skupiny č. 3 budou dosahovat takových hodnot jako pleteniny s nižší hustotou z porovnávací skupiny č. 1.



Graf č. 3 Prodyšnost textilií

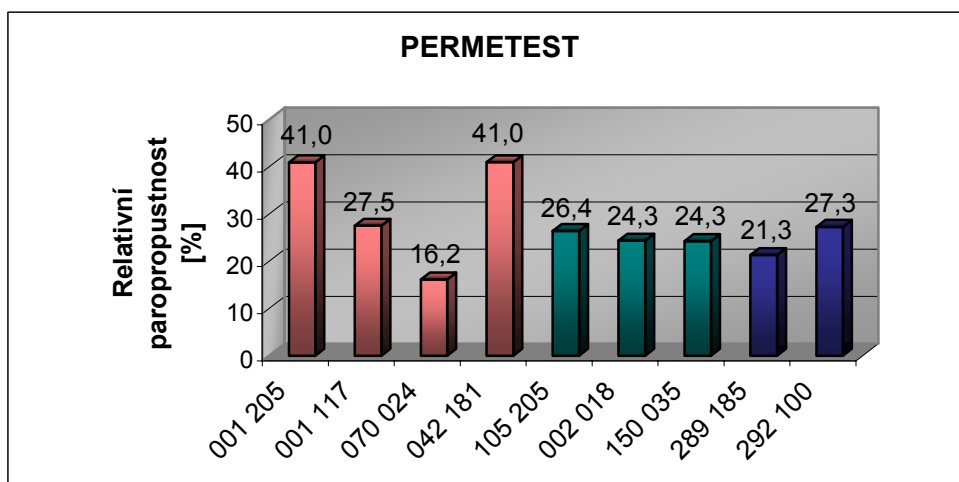
### 7.3 Vyhodnocení propustnosti vodních par textilií

Paropropustnost je jedna z nejdůležitějších fyziologických vlastností textilií. Čím je naměřená hodnota vyšší, tím je propustnost vodních par větší. Paropropustnost je závislá především na struktuře pleteniny, na materiálovém složení je závislá jen v případě schopnosti sorpce vlhkosti a s ní související bobtnavostí vlákn.

Podle grafu č. 4 (naměřené hodnoty přístrojem Permetest viz. příloha č. 6 – tab. č. 4), v porovnávací skupině č. 1, ve které jsou vzorky s vazbou o nižší hustotě, dopadly výrazně nejlépe vzorky 001 205 a 042 181, které vykazují velmi dobrou propustnost vodních par. Ze všech měřených vzorků měl nejmenší paropropustnost vzorek 070 024.

V porovnávací skupině č. 2 dosáhly všechny vzorky téměř stejné hodnoty. Nejlepší propustnost vodních par má ale pletenina 105 205.

Vzorek 292 100, z porovnávací skupiny č. 3, ve srovnání se vzorkem 289 185 vykazoval překvapivě vyšší paropropustnost.



Graf č. 4 Propustnost vodních par textilií

### 7.4 Vyhodnocení vzlínavosti textilií

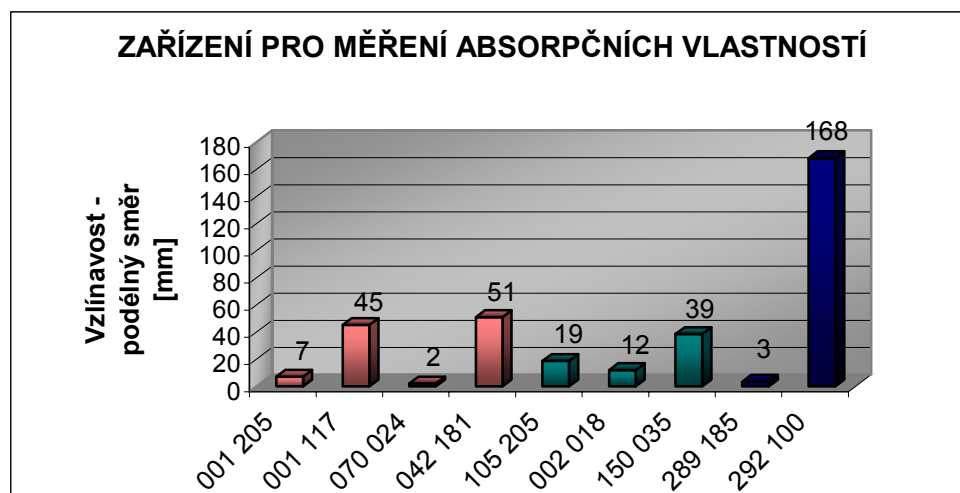
Vzlínavost vyjadřuje schopnost transportovat kapalinu působením kapilární síly, a tím odvádět vodu z prostoru pod oděvem. Čím větší schopnost má vzorek vzlínat, tím rychleji je tento děj uskutečňován. Hlavní roli zde sehrála struktura textilií.

Podle grafu č. 5 a 6 (naměřené hodnoty zařízením pro měření absorpčních vlastností viz. příloha č. 7 – tab. č. 5 a tab. č. 6) v porovnávací skupině č. 1. největších hodnot dosahoval vzorek 042 181 a dále vzorek 001 117 díky své vazbě pleteniny. Zato vzorek 001 205 dosahoval hodnot obzvláště malých. Vzlínavost v příčném směru v této skupině byla o něco menší ve srovnání se směrem podélným.

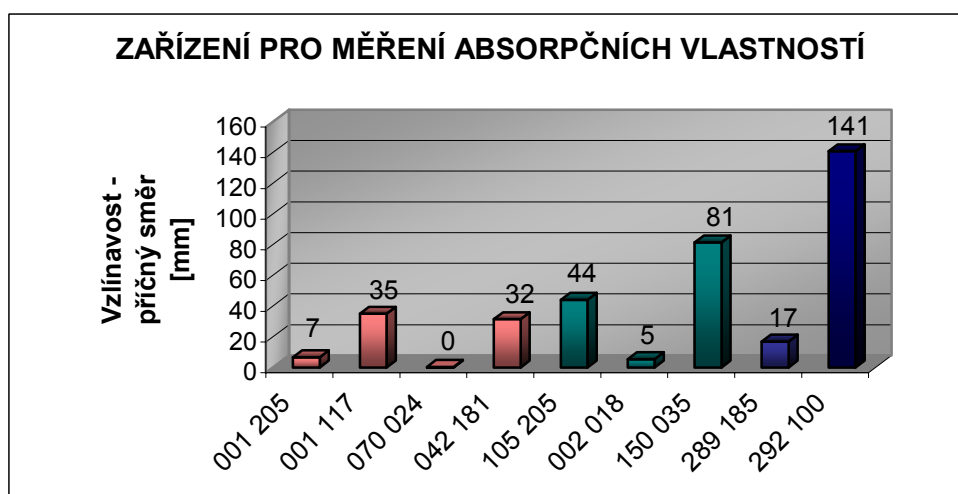
V porovnávací skupině č. 2 nejlépe dopadl vzorek 150 035 a vzorek 105 205. Ve směru příčném byly u této skupiny hodnoty vzlínavosti větší.

Největších hodnot vzlínavosti jak za skupinu, tak za všechny vzorky dosáhl vzorek 292 100 v porovnávací skupině č. 3.

Měření vzlínavosti u některých pletenin bylo velmi nepřesné, jak ukazuje variační koeficient.



Graf č. 5 Vzlínavost textilií – podélný směr



Graf č. 6 Vzlínavost textilií – příčný směr

## 7.5 Vyhodnocení tepelného odporu vedení tepla

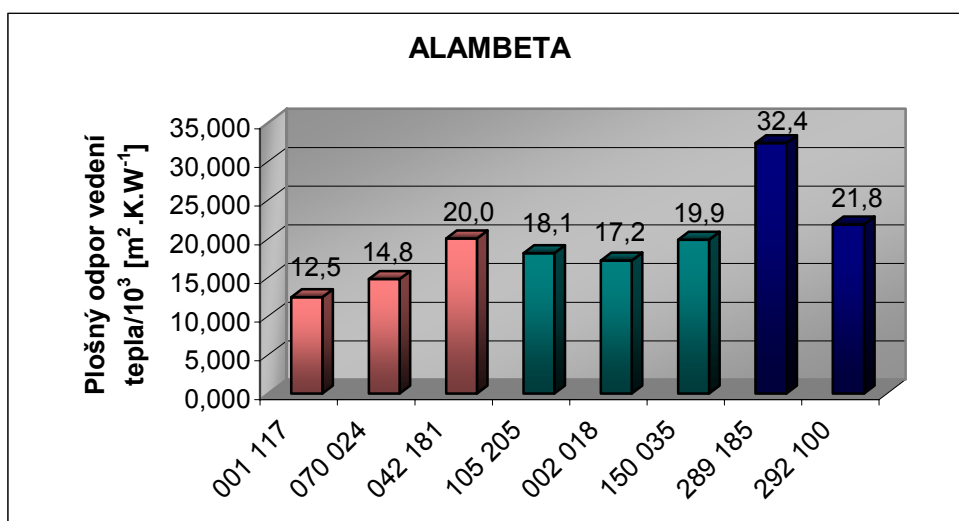
Tepelný odpor je také velice důležitá vlastnost textilií. Je to odpor, který klade materiál proti průchodu tepla textilií. Pokud teplo zůstává pod oděvem, hřeje, proto se dá také označit jako tepelně izolační vlastnost textilií. Čím je odpor vedení tepla větší, tím lépe textilie teplo izoluje.

Díky znalosti této vlastnosti se dá určit vhodné použití. Textilie s tepelně izolačními vlastnostmi, ty které teplo udržují, se používají na zimní prádlo, ty které teplo od těla odvádí, na prádlo letní. Tepelný odpor je nejvíce ovlivněn strukturou vazby, vláken, tloušťkou úpletu a materiálovým složením.

V porovnávací skupině č.1 nejsou výsledky pleteniny 001 205 uvedeny, z důvodu hlášení chyby E 34 přístroje Alambety – pro příliš tenký vzorek, z tohoto důvodu bylo měření nepřesné, neboť probíhalo na okraji měřicího rozsahu přístroje. Podle grafu č. 7 (naměřené hodnoty přístrojem Alambeta viz. příloha č. 8 – tab. č. 7) jako nejvíce tepelně izolační vzorek v této skupině vyšel vzorek 042 181. Vzorek 001 117 vyšel ze všech měřených materiálů jako nejméně schopný izolace tepla, z důvodu jeho malé tloušťky.

V porovnávací skupině č. 2 vyšly materiály schopné téměř stejné tepelné izolace, největší ale vzorek 150 035 a 105 205.

Výrazně největší tepelně izolační schopnosti, a to jak ve skupině, tak ze všech materiálů dosáhl vzorek 289 185 z porovnávací skupiny č. 3.



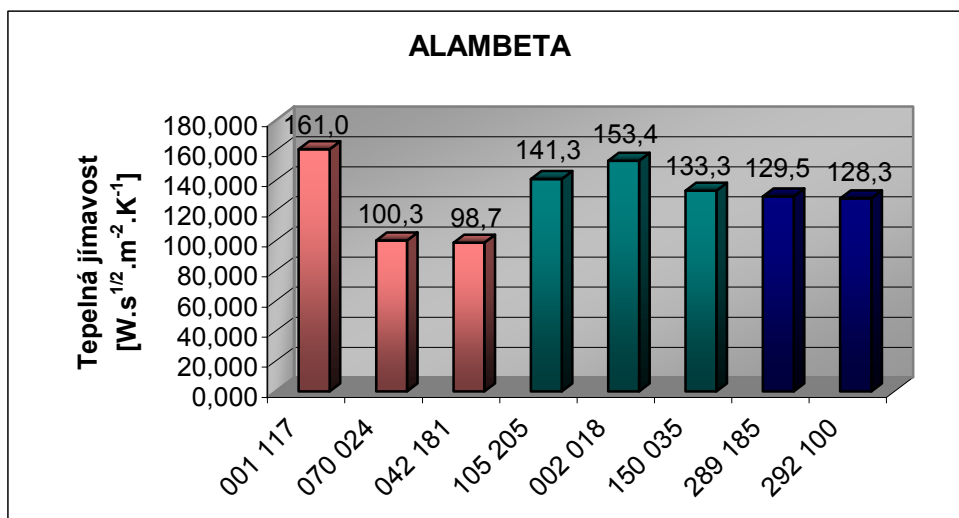
Graf č. 7 Plošný odpor vedení tepla textilií

## 7.6 Vyhodnocení tepelné jímavosti

Tepelná jímavost je vlastnost, která určuje jak smyslově vnímáme textilie při styku s pokožkou, zda cítíme teplo nebo chlad. Záleží na druhu použitého materiálu a na teple vytvořeném člověkem. Čím nižší je hodnota tepelné jímavosti, tím tepleji člověk materiál pocítí. U letních oděvů se vyžaduje chladivý účinek, u zimních hřejivý.

V porovnávací skupině č. 1 je nejhřejivější vzorek 042 181 a 070 024. Vzorek 001 117 vyšel na omak jako nejchladnější, díky materiálovému složení z viskózy.

V porovnávací skupině č. 2 vyšel na omak nejteplejší vzorek 150 035 a nejchladnější vzorek 002 018 a v porovnávací skupině č. 3 vyšly vzorky téměř shodně. Viz. graf č. 8 (naměřené hodnoty přístrojem Alambeta viz. příloha č. 9 – tab. č. 8).



Graf č. 8 Tepelná jímavost textilií

## 8 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo zjištění fyziologických vlastností textilních materiálů pro funkční prádlo. Z vytipovaných vlastností – prodyšnosti, paropropustnosti, vzlínivosti, tepelného odporu a tepelné jímavosti – byla za nejdůležitější považována propustnost vodních par, vzhledem k neustálému pocení člověka v rámci termoregulace, které umožní ochlazení organismu po odpaření potu do prostoru. Hromaděním vody (dobrého vodiče) na pokožce, vyvolává oděv pocit chladu a diskomfortu. Prodyšnost, jako způsob odvětrání tepla, vlhka a dalších látek vylučovaných pokožkou je další důležitou vlastností. Tyto vlastnosti zajistí podporu termoregulace lidského organismu a maximální komfort i při nejnáročnějším sportovním výkonu.

Fyziologické vlastnosti byly naměřeny na přístrojích TU v Liberci. Jednalo se o přístroj SDL M021S, Permetest, zařízení pro měření absorpčních vlastností a Alambetu.

V **porovnávací skupině č. 1** se funkčnost vzorku 001 205 a 042 181 potvrdila. Vzorky 001 117 a 070 024 vykazují podstatně rozdílné fyziologické vlastnosti, nejedná se o funkční vzorky.

Pletenina **001 205** s nižší hustotou vazby, složená ze 100% PL s bavlněným omakem. Je velice tenká s nízkou plošnou hmotností. Mezi její hlavní výhody patří značná prodyšnost a paropropustnost. Tepelná jímavost a plošný odpor vedení tepla nebylo u takto tenkého vzorku možné naměřit, ale ani se výrazné tepelné izolační vlastnosti nepředpokládají.

Tento vzorek je v současné době ve vývoji. Záměrem firmy bylo vytvořit pleteninu s příjemným bavlněným omakem a s možností tisku v širokém spektru barev, který se u sportovních dresů vyžaduje.

Na základě naměřených výsledků by se úplet hodil na výrobu lehkého letního prádla, dresů nebo i fitness trik.

Silnější, pletenina **042 181** s nižší plošnou hmotností, s PP na rubní straně a s CO na lící straně se vyznačuje výbornou paropropustností a prodyšností. Dále má dobrou schopnost transportovat kapalinu působením kapilární síly. Má dobré tepelné izolační vlastnosti a hřejivý omak.

Tento úplet ve všech směrech vykazoval nejlepší vlastnosti. Díky výborným schopnostem udržet pokožku v suchu se nejvíce hodí v zimním období jako spodní prádlo nebo na výrobu trik a dresů pro halové sporty. Další jeho výhodou je PP složení, kterému zajišťuje odolnost vůči plísním, bakteriím a zápachu. Tento úplet je opravdu vhodný pro mimořádnou fyzickou zátěž.

V **porovnávací skupině č. 2** v naměřených fyziologických vlastností jednotlivých textilií nebyly tak výrazné rozdíly jako u porovnávací skupiny č. 1. Nejlepších výsledků dosáhl funkční vzorek 105 205.

Jedná se o silnější provedení pleteniny 001 205 ze 100% PL s bavlněným omakem. Pletenina **105 205** je ve vývoji se stejným záměrem jako pletenina 001 205. Vyznačuje se stejně, jako jeho tenčí provedení, dobrou prodyšností a paropropustností. Má lepší schopnost přijímat a přenášet kapalinu působením kapilárních sil než vzorek 001 205 a lepší tepelně izolační vlastnosti. Na je omak je chladný.

Na základě dobrých propustností a chladného omaku, by se hodil na výrobu letního prádla a dresů.

Tento vzorek vykazoval sice nejlepší fyziologické vlastnosti v porovnání se vzorkem 002 018 a 150 035 ze stejné porovnávací skupiny, ale bez významného rozdílu. Jeho vlastnosti by se daly vylepšit např. změnou vazby pleteniny, neboť porovnávací vzorek 150 035 díky své vazbě, přestože je firmou uveden jako nefunkční porovnávací vzorek, vykazoval velmi podobné vlastnosti.

Sledovaný vzorek 289 185 v **porovnávací skupině č. 3** dosahoval díky své tloušťce a hustotě vazby pleteniny menších hodnot propustností, jak se očekávalo. Ve většině případů dosahoval porovnávací nefunkční vzorek 292 100 lepších propustností díky své vazbě.

Jedná se o velice silnou pleteninu **289 185** s velkou plošnou hmotností, s materiálovým složením z 90 % PP a 10 % EA. Vykazuje dobrou paropropustnost, malou schopnost propouštět vzduch a nízkou vzlínavost. Přestože patří na omak k chladnějším, má výbornou tepelně izolační schopnost.

Tato pletenina svojí tepelně izolační schopností má charakter termoprádla, které odvádí pot a hřeje. Doporučit ho lze jako první vrstvu při zimních sportovních aktivitách nebo díky nižší prodyšnosti jako dres do chladnějšího počasí.

Výsledky testování prokázaly funkčnost sledovaných pletenin 001 205, 042 181, 150 205 a 289 185 firmy Amplet, s. r. o. Pletenina 042 181 byla zhodnocena jako nejlepší. U pleteniny 105 205 byla doporučena změna vazby pro zvýšení propustností.

V případě zájmu firmy o využití naměřených výsledků fyziologických vlastností pro marketingové účely, by bylo dobré toto měření zopakovat na přesnějších a po všech stránkách náročnějších přístrojích na provedení testů (z hlediska času, velikosti vzorků, dostupnosti, ...) v laboratoři Komfortu na katedře oděvnictví TU v Liberci.



## Seznam použité literatury

- [1] AXAMIT, Petr. Fyziologie odívání I: Výbor z výzkumných prací SVÚT, Svazek 5. Liberec: Státní výzkumný ústav textilní Liberec, 1980. 118 s.
- [2] ČSN 80 0828. Plošné textilie – Stanovení savosti vůči vodě – Postup vzlínáním.
- [3] ČSN EN 12127 (80 0849). Textilie – Plošné textilie – Zjišťování plošné hmotnosti pomocí malých vzorků.
- [4] ČSN EN ISO 5084 (80 0844). Textilie – Zjišťování tloušťky textilií a textilních výrobků.
- [5] ČSN EN ISO 9237 (80 0817). Textilie – Zjišťování prodyšnosti plošných textilií.
- [6] DELLJOVÁ, Roza Andrejevna, AFANASJEVOVÁ, Rallema Fjodorovna, ČUBAROVÁ, Zora Stěpanovna. Hygiena odívání. 1. vyd. Praha : Státní nakladatelství technické literatury, 1984. 142 s.
- [7] HES, Luboš, SLUKA, Petr. Úvod do komfortu textilií. 1. vyd. Liberec : TUL, 2005. 109 s. ISBN 80-7083-926-0.
- [8] Interní norma č. 23-304-01/01. Stanovení termofyziologických vlastností textilií.
- [9] Interní norma č. 23-304-02/01. Měření tepelných vlastností na přístroji Alambeta.
- [10] Kolektiv Fyziologického ústavu 1. LF UK. Přehled fyziologie člověka II. díl. 1. vyd. Praha : Karolinum, 2002. ISBN 80-246-0229-6.
- [11] Návod přístroje: ALAMBETA.
- [12] Návod přístroje: DIGITÁLNÍ TLOUŠKOMĚR.

[13] Návod přístroje: PERMETEST.

[14] Návod přístroje: SDL M021S.

[15] RŮŽIČKOVÁ, Dagmar. Oděvní materiály. 1. vyd. Liberec : TUL, 2003. 221 s. ISBN 80-7083-682-2.

[16] TREFNÝ, Zdeněk, TREFNÝ, Martin. Fyziologie člověka II. 1. vyd. Praha: Karolinum, 1993. 2 sv. (205, 412 s.). ISBN 80-7066-725-7.

[17] TROJAN, Stanislav. Lékařská fyziologie. 4. dopl. vyd. Praha : Grada Publishing a.s., 2003. 772 s. ISBN 80-247-0512-5.

## **Seznam příloh**

Příloha č. 1

Vzorky měřených pletenin

Příloha č. 2

Měřicí přístroje

Příloha č. 3

Naměřené hodnoty tloušťky textilií na digitálním tloušťkoměru SDL M034A

Příloha č. 4

Naměřené hodnoty plošné hmotnosti textilií na digitálních vahách

Příloha č. 5

Naměřené hodnoty prodyšnosti textilií na SDL M021S

Příloha č. 6

Naměřené hodnoty propustnosti vodních par textilií na Permetestu

Příloha č. 7

Naměřené hodnoty vzlínivosti textilií na zařízení pro měření absorpčních vlastností

Příloha č. 8

Naměřené hodnoty plošného odporu vedení tepla textilií na Alambetě

Příloha č. 9

Naměřené hodnoty tepelné jímavosti textilií na Alambetě

## **Příloha č. 1**

**Vzorky měřených pletenin**

Počet stran: 1

## **Příloha č. 2**

**Měřicí přístroje**

Počet stran: 2

### **Digitální tloušťkoměr SDL M034A**



Obr. č. 11 Digitální tloušťkoměr SDL M034A

### **Digitální váhy**



Obr. č. 12 Digitální váhy

### **SDL M021S**



Obr. č. 13 SDL M021S

## Permetest



Obr. č. 14 Permetest

## Zařízení pro měření absorpčních vlastností



Obr. č. 15 Zařízení pro měření absorpčních vlastností

## Alambeta



Obr. č. 16 Alambeta

## **Příloha č. 3**

**Naměřené hodnoty tloušťky textilií na digitálním tloušťkoměru SDL M034A**

Počet stran: 1



Tab. č. 1 Naměřené hodnoty tloušťky textilií na digitálním tloušťkoměru SDL M034A

	<b>DIGITÁLNÍ TLOUŠKOMĚR - TLOUŠŤKA [mm]</b>								
Pletenina	001 205	001 117	070 024	042 181	105 205	002 018	150 035	289 185	292 100
Měř. 1.	0,48	0,61	0,57	0,82	0,80	0,93	0,97	1,75	1,09
Měř. 2.	0,46	0,61	0,58	0,78	0,80	0,96	0,96	1,61	1,06
Měř. 3.	0,48	0,57	0,57	0,79	0,82	0,93	0,99	1,57	1,06
Měř. 4.	0,48	0,60	0,56	0,79	0,78	0,92	1,04	1,60	1,06
Měř. 5.	0,46	0,59	0,56	0,80	0,81	0,86	1,03	1,59	1,07
$\bar{x}$ [mm]	0,47	0,60	0,57	0,80	0,80	0,92	1,00	1,62	1,07
s [mm]	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03	0,06	0,01
v [%]	2,08	2,51	1,32	1,70	1,65	3,57	3,19	3,96	1,09

## **Příloha č. 4**

**Naměřené hodnoty plošné hmotnosti textilií na digitálních vahách**

Počet stran: 1

Tab. č. 2 Naměřené hodnoty plošné hmotnosti textilií na digitálních vahách

	DIGITÁLNÍ VÁHY - PLOŠNÁ HMOTNOST $M$ [g.m <sup>-2</sup> ]											
Pletenina	001 205			001 117			070 024			042 181		
	m [g]	A [cm <sup>2</sup> ]	M [g.m <sup>-2</sup> ]	m [g]	A [cm <sup>2</sup> ]	M [g.m <sup>-2</sup> ]	m [g]	A [cm <sup>2</sup> ]	M [g.m <sup>-2</sup> ]	m [g]	A [cm <sup>2</sup> ]	M [g.m <sup>-2</sup> ]
Měř. 1.	1,193	99,000	120,505	1,678	99,658	168,376	1,159	98,664	117,469	1,115	98,664	113,010
Měř. 2.	1,201	100,298	119,743	1,681	99,330	169,234	1,154	98,992	116,575	1,108	98,325	112,688
Měř. 3.	1,184	99,000	119,596	1,691	99,330	170,241	1,144	100,323	114,032	1,126	99,600	113,052
Měř. 4.	1,180	99,986	118,017	1,706	100,000	170,600	1,159	99,330	116,682	1,130	98,337	114,911
Měř. 5.	1,203	99,660	120,710	1,684	100,000	168,400	1,159	99,986	115,916	1,137	98,660	115,244
$\bar{x}$ [g.m <sup>-2</sup> ]			119,714			169,370			116,135			113,781
s [g.m <sup>-2</sup> ]			1,062			1,027			1,298			1,198
v [%]			0,887			0,606			1,118			1,053

Tab. č. 2 Naměřené hodnoty plošné hmotnosti textilií na digitálních vahách (pokračování)

	DIGITÁLNÍ VÁHY - PLOŠNÁ HMOTNOST $M$ [g.m <sup>-2</sup> ]														
Pletenina	105 205			002 018			150 035			289 185			292 100		
	m [g]	A [cm <sup>2</sup> ]	M [g.m <sup>-2</sup> ]	m [g]	A [cm <sup>2</sup> ]	M [g.m <sup>-2</sup> ]	m [g]	A [cm <sup>2</sup> ]	M [g.m <sup>-2</sup> ]	m [g]	A [cm <sup>2</sup> ]	M [g.m <sup>-2</sup> ]	m [g]	A [cm <sup>2</sup> ]	M [g.m <sup>-2</sup> ]
Měř. 1.	2,333	100,000	233,300	2,008	101,660	197,521	2,702	100,000	270,200	2,379	99,388	239,365	2,083	101,394	205,436
Měř. 2.	2,337	100,657	232,175	2,009	99,988	200,924	2,628	99,321	264,597	2,421	100,323	241,321	2,034	101,000	201,386
Měř. 3.	2,330	100,000	233,000	2,047	103,693	197,410	2,679	99,660	268,814	2,399	99,660	240,718	2,081	101,677	204,668
Měř. 4.	2,335	99,658	234,301	2,057	102,000	201,667	2,673	102,010	262,033	2,400	101,202	237,149	2,028	101,000	200,792
Měř. 5.	2,352	99,321	236,808	2,068	101,660	203,423	2,620	100,000	262,000	2,366	99,986	236,633	2,056	102,010	201,549
$\bar{x}$ [g.m <sup>-2</sup> ]			233,917			200,189			265,529			239,037			202,766
s [g.m <sup>-2</sup> ]			1,786			2,647			3,813			2,091			2,123
v [%]			0,764			1,322			1,436			0,875			1,047

## **Příloha č. 5**

**Naměřené hodnoty prodyšnosti textilií na SDL M021S**

Počet stran: 1

Tab. č. 3 Naměřené hodnoty prodyšnosti textilií na SDL M021S

	SDL M021S - PRODYŠNOST $R$ [mm.s <sup>-1</sup> ]								
Pletenina	001 205	001 117	070 024	042 181	105 205	002 018	150 035	289 185	292 100
Měř. 1.	360	65	140	240	130	50	120	20	90
Měř. 2.	355	60	155	235	125	50	100	18	90
Měř. 3.	375	70	120	235	125	40	105	20	95
Měř. 4.	375	70	135	225	135	45	115	18	90
Měř. 5.	385	70	150	230	130	40	125	18	90
Měř. 6.	390	70	140	235	120	45	110	20	90
Měř. 7.	370	60	150	230	140	50	105	22	90
Měř. 8.	370	70	155	250	130	50	105	21	90
Měř. 9.	380	70	150	245	130	45	130	21	95
Měř. 10.	350	65	155	250	130	40	115	18	95
$\bar{x}$ [ml.s <sup>-1</sup> ]	371,000	67,000	145,000	237,500	129,500	45,500	113,000	19,600	91,500
$s$ [ml.s <sup>-1</sup> ]	12,867	4,216	11,304	8,580	5,503	4,378	9,775	1,506	2,415
$v$ [%]	3,468	6,293	7,796	3,613	4,249	9,622	8,651	7,681	2,640
$R$ [mm.s <sup>-1</sup> ]	185,500	33,500	72,500	118,750	64,750	22,750	56,500	9,800	45,750

## **Příloha č. 6**

**Naměřené hodnoty propustnosti vodních par textilií na Permetestu**

Počet stran: 2

Tab. č. 4 Naměřené hodnoty propustnosti vodních par textilií na Permetestu

	<b>PERMETEST - RELATIVNÍ PAROPROPUSTNOST <math>p</math> [%]</b>											
Pletenina	001 205			001 117			070 024			042 181		
	$q_0$ [mV]	$q_1$ [mV]	$p$ [%]	$q_0$ [mV]	$q_1$ [mV]	$p$ [%]	$q_0$ [mV]	$q_1$ [mV]	$p$ [%]	$q_0$ [mV]	$q_1$ [mV]	$p$ [%]
Měř. 1.	87,0	36,5	41,954	76,0	22,0	28,947	71,0	12,0	16,901	79,0	34,0	43,038
Měř. 2.	100,5	41,0	40,796	78,0	21,5	27,564	65,6	9,0	13,720	78,0	33,5	42,949
Měř. 3.	104,5	42,0	40,191	76,5	21,0	27,451	67,5	12,0	17,778	80,0	32,5	40,625
Měř. 4.	100,5	41,0	40,796	72,0	18,0	25,000	63,0	11,5	18,254	79,0	32,0	40,506
Měř. 5.	99,0	41,5	41,919	73,0	20,0	27,397	61,5	11,0	17,886	77,0	32,0	41,558
Měř. 6.	94,5	41,0	43,386	76,0	21,0	27,632	62,0	11,0	17,742	76,0	31,5	41,447
Měř. 7.	98,0	42,5	43,367	75,0	20,5	27,333	60,5	10,0	16,529	77,5	31,5	40,645
Měř. 8.	106,0	40,0	37,736	76,0	22,0	28,947	60,5	8,0	13,223	77,5	30,5	39,355
Měř. 9.	97,0	37,0	38,144	76,0	21,0	27,632	64,0	9,5	14,844	79,0	31,0	39,241
Měř. 10.	92,0	38,0	41,304	73,0	20,0	27,397	58,0	8,5	14,655	79,0	32,0	40,506
$\bar{x}$ [%]			40,959			27,530			16,153			40,987
$s$ [%]			1,905			1,081			1,878			1,292
$v$ [%]			4,652			3,927			11,627			3,151

Tab. č. 4 Naměřené hodnoty propustnosti vodních par textilií na Permetestu (pokračování)

	<b>PERMETEST - RELATIVNÍ PAROPROPUSTNOST <math>p</math> [%]</b>														
Pletenina	105 205			002 018			150 035			289 185			292 100		
	$q_0$ [mV]	$q_1$ [mV]	$p$ [%]	$q_0$ [mV]	$q_1$ [mV]	$p$ [%]	$q_0$ [mV]	$q_1$ [mV]	$p$ [%]	$q_0$ [mV]	$q_1$ [mV]	$p$ [%]	$q_0$ [mV]	$q_1$ [mV]	$p$ [%]
Měř. 1.	87,0	22,0	25,287	84,0	21,0	25,000	80,0	18,5	23,125	82,0	17,0	20,732	81,0	22,5	27,778
Měř. 2.	83,5	22,5	26,946	87,0	20,0	22,989	79,0	19,0	23,750	81,0	18,0	22,222	74,0	19,0	25,676
Měř. 3.	78,5	21,0	26,752	86,0	21,0	24,419	78,5	21,0	26,250	85,0	19,0	22,353	76,0	19,0	25,000
Měř. 4.	82,0	21,0	25,610	85,0	19,5	22,941	76,0	19,0	23,750	87,5	18,5	21,143	71,5	18,5	25,874
Měř. 5.	81,5	22,0	26,994	81,0	21,0	25,926	76,0	19,0	23,750	83,0	17,5	21,084	79,0	22,5	28,481
Měř. 6.	77,0	21,5	27,922	76,0	20,0	26,316	82,5	21,0	26,250	81,0	17,5	21,605	82,5	24,0	29,091
Měř. 7.	80,5	21,5	26,708	80,0	19,0	23,750	83,5	20,5	25,625	75,0	15,0	20,000	81,0	22,5	27,778
Měř. 8.	80,0	20,5	25,625	80,0	18,5	23,125	80,0	19,0	23,750	79,0	17,5	22,152	78,0	22,0	28,205
Měř. 9.	83,0	21,0	25,301	73,5	19,0	25,850	78,0	18,0	22,500	80,0	15,0	18,750	81,0	22,5	27,778
Měř. 10.	83,0	22,5	27,108	73,5	17,0	23,129	80,0	19,0	23,750	74,0	17,0	22,973	77,0	21,0	27,273
$\bar{x}$ [%]			26,425			24,345			24,250			21,301			27,293
$s$ [%]			0,904			1,342			1,311			1,254			1,336
$v$ [%]			3,420			5,514			5,406			5,889			4,896



## **Příloha č. 7**

**Naměřené hodnoty vzlínivosti textilií na zařízení pro měření absorpčních  
vlastností**

Počet stran: 1

Tab. č. 5 Naměřené hodnoty vzlínivosti textilií na zařízení pro měření absorpčních vlastností

	ZAŘÍZENÍ PRO MĚŘENÍ ABSORPČNÍCH VLASTNOSTÍ - VZLÍNAVOST [mm]								
Pletenina - podélný směr	001 205	001 117	070 024	042 181	105 205	002 018	150 035	289 185	292 100
Měř. 1.	8,0	45,0	2,0	49,0	15,5	14,5	40,0	3,0	165,0
Měř. 2.	8,0	51,0	2,0	55,0	18,5	15,5	37,5	3,0	166,5
Měř. 3.	6,5	44,0	2,5	50,5	21,0	9,0	45,0	3,0	168,0
Měř. 4.	7,5	39,0	1,0	49,0	15,0	9,5	31,0	5,0	171,5
Měř. 5.	6,0	48,0	3,0	52,5	24,0	12,0	39,5	3,0	170,5
$\bar{x}$ [mm]	7,200	45,400	2,100	51,200	18,800	12,100	38,600	3,400	168,300
s [mm]	0,908	4,506	0,742	2,564	3,785	2,903	5,067	0,894	2,706
v [%]	12,615	9,924	35,315	5,008	20,132	23,988	13,127	26,307	1,608

Tab. č. 6 Naměřené hodnoty vzlínivosti textilií na zařízení pro měření absorpčních vlastností

	ZAŘÍZENÍ PRO MĚŘENÍ ABSORPČNÍCH VLASTNOSTÍ - VZLÍNAVOST [mm]								
Pletenina - příčný směr	001 205	001 117	070 024	042 181	105 205	002 018	150 035	289 185	292 100
Měř. 1.	7,5	33,0	0,0	32,0	39,5	4,0	82,0	16,0	141,0
Měř. 2.	5,0	32,5	0,0	33,5	42,0	4,5	81,5	17,0	138,0
Měř. 3.	7,0	36,0	0,5	30,0	41,5	6,0	82,5	17,5	142,5
Měř. 4.	7,5	37,0	0,5	30,5	45,0	4,5	78,0	15,5	140,0
Měř. 5.	6,5	36,5	1,0	31,5	52,0	8,0	83,0	18,0	142,5
$\bar{x}$ [mm]	6,700	35,000	0,400	31,500	44,000	5,400	81,400	16,800	140,800
s [mm]	1,037	2,092	0,418	1,369	4,886	1,636	1,981	1,037	1,891
v [%]	15,475	5,976	104,583	4,347	11,105	30,288	2,434	6,172	1,343

## **Příloha č. 8**

**Naměřené hodnoty plošného odporu vedení tepla textilií na Alambetě**

Počet stran: 1

Tab. č. 7 Naměřené hodnoty plošného odporu vedení tepla textilií na Alambetě

	<b>ALAMBETA - PLOŠNÝ ODPOR VEDENÍ TEPLA <math>r/10^3</math> [m<sup>2</sup>.K.W<sup>-1</sup>]</b>							
Pletenina	001 117	070 024	042 181	105 205	002 018	150 035	289 185	292 100
Měř. 1.	12,3	14,8	20,6	18,1	17,0	19,6	33,1	22,7
Měř. 2.	12,7	14,8	20,3	17,5	17,0	20,2	32,8	22,4
Měř. 3.	12,8	14,5	19,9	18,2	17,3	20,0	32,1	21,7
Měř. 4.	12,2	14,9	20,2	17,7	16,7	19,7	30,9	22,1
Měř. 5.	12,6	14,8	19,8	18,6	17,5	19,6	31,4	22,0
Měř. 6.	12,5	14,9	20,2	18,4	17,4	19,5	31,0	22,7
Měř. 7.	12,5	14,9	19,8	18,0	17,4	20,5	32,2	21,0
Měř. 8.	12,2	14,8	20,0	18,0	17,2	20,4	33,4	21,1
Měř. 9.	12,5	14,8	20,1	18,3	17,3	20,1	33,8	21,1
Měř. 10.	12,2	14,8	19,5	18,5	17,2	19,3	33,1	21,6
$\bar{x}$ [m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]	12,450	14,800	20,040	18,130	17,200	19,890	32,380	21,840
s [m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]	0,217	0,115	0,310	0,347	0,240	0,407	1,024	0,647
v [%]	1,745	0,780	1,546	1,912	1,398	2,045	3,162	2,961

## **Příloha č. 9**

**Naměřené hodnoty tepelné jímavosti textilií na Alambetě**

Počet stran: 1

Tab. č. 8 Naměřené hodnoty tepelné jínavosti textilií na Alambetě

	<b>ALAMBETA - TEPELNÁ JÍMAVOST <math>b</math> [<math>\text{W.s}^{1/2}.\text{m}^{-2}.\text{K}^{-1}</math>]</b>							
Pletenina	001 117	070 024	042 181	105 205	002 018	150 035	289 185	292 100
Měř. 1.	147,0	94,8	95,5	140,0	149,0	140,0	139,0	121,0
Měř. 2.	163,0	99,8	103,0	146,0	122,0	141,0	124,0	128,0
Měř. 3.	161,0	102,0	104,0	136,0	146,0	138,0	128,0	133,0
Měř. 4.	169,0	98,7	102,0	146,0	163,0	134,0	129,0	130,0
Měř. 5.	159,0	101,0	99,7	139,0	162,0	131,0	130,0	133,0
Měř. 6.	164,0	100,0	98,1	136,0	161,0	128,0	131,0	129,0
Měř. 7.	160,0	99,9	99,8	150,0	166,0	129,0	134,0	124,0
Měř. 8.	163,0	102,0	96,8	147,0	160,0	126,0	125,0	128,0
Měř. 9.	161,0	100,0	92,8	134,0	153,0	134,0	128,0	130,0
Měř. 10.	163,0	105,0	95,4	139,0	152,0	132,0	127,0	127,0
$\bar{x}$ [ $\text{W.s}^{1/2}.\text{m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ ]	161,000	100,320	98,710	141,300	153,400	133,300	129,500	128,300
$s$ [ $\text{W.s}^{1/2}.\text{m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ ]	5,637	2,619	3,645	5,519	12,860	5,100	4,403	3,713
$v$ [%]	3,501	2,611	3,693	3,906	8,383	3,826	3,400	2,894